Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

ESSAI
D'UNE THÉORIE
SUR LA STRUCTURE
DES CRYSTAUX.

Digitized by Google

Digitized by Google

ESSAI
D'UNE THÉORIE
SUR LA STRUCTURE
DES CRYSTAUX,
APPLIQUÉE
A PLUSIEURS GENRES DE SUBSTANCES CRYSTALLISÉES;

Par M. l'Abbé HAÜY, *de l'Académie Royale des Sciences, Professeur d'Humanités dans l'Université de Paris.*

MUSÉE CANTONAL

A PARIS,

Chez GOGUÉ & NÉE DE LA ROCHELLE, Libraires, Quai des Augustins, près le Pont Saint-Michel.

M. DCC. LXXXIV.

SOUS LE PRIVILÉGE DE L'ACADÉMIE.

Digitized by Google

BIBLIOTHÈQUE CANTONALE
LAUSANNE
ET UNIVERSITAIRE

IP 1149
Rés. A

106684

Digitized by Google

AVERTISSEMENT.

La théorie que je propoſe dans cet Ouvrage, eſt fondée ſur l'accord de l'obſervation avec le calcul, dont je ne pouvois me diſpenſer de faire uſage, pour traiter, avec quelque ſuccès, une matière où tout eſt, pour ainſi dire, proportion & régularité. Quoique les démonſtrations que j'ai employées n'exigent, la plupart, que des connoiſſances ordinaires d'Algèbre & de Géométrie, il faut un œil exercé pour concevoir les figures dont une grande partie repréſente ſur un plan des objets en relief, avec des lignes qui ſe croiſent dans tous les ſens. Il ſeroit bon que les Lecteurs, qui deſireront ſuivre les détails de ces démonſtra-

Digitized by Google

tions, exécutaſſent eux-mêmes ou fiſſent exécuter, ſoit en carton, ſoit avec toute autre matière, des ſolides qui repréſenteroient les principales variétés des Cryſtaux, & y traçaſſent les lignes indiquées dans les figures. On pourra s'aider des développemens qui ſe trouvent à la tête de chaque article, pour donner à ces Cryſtaux artificiels des formes exactement ſemblables à celles des modèles produits par la Nature.

Digitized by Google

TABLE

DES ARTICLES.

ART. I. *De la ſtructure des Cryſtaux en général, & de l'exiſtence de la forme primitive renfermée dans chacun d'eux,* page 47

ART. II. *Des loix de décroiſſement auxquelles ſont aſſujetties les lames compoſantes des Cryſtaux, conſidérées dans le paſſage de la forme primitive aux formes ſecondaires,* 56

ART. III. *Application aux Cryſtaux de ſpath calcaire,* 75

ART. IV. *Application aux Spaths peſans,* 119

ART. V. *Application aux Spaths fluors-phoſphoriques,* 134

ART. VI. *Application aux Cryſtaux de Gypſe,* 146

ART. VII. *Application aux Cryſtaux de Grenats,* 169

ART. VIII. *Application aux Topazes du Bréſil & de Saxe,* 188

ART. IX. *Application au Grès cryſtalliſé de Fontainebleau,* 204

ART. X. *Obſervations & conjectures ſur la formation & ſur l'accroiſſement des Cryſtaux,* 206

Digitized by Google

EXTRAIT des Regiſtres de l'Académie Royale des Sciences, du 26 Novembre 1783.

MESSIEURS Daubenton & de la Place ayant rendu compte d'un Ouvrage intitulé : *Eſſai d'une Théorie ſur la Structure des Cryſtaux, par M. l'Abbé* HAÜY, l'Académie a jugé cet Ouvrage digne de ſon approbation, & d'être imprimé ſous ſon Privilége : en foi de quoi j'ai ſigné le préſent Certificat. A Paris, le 26 Novembre 1783, *ſigné* le Marquis DE CONDORCET, Secrétaire Perpétuel.

Fautes eſſentielles à corriger.

Pag. 70, lig. 16, *ort*, liſez *ori*.
Id. lig. 19, *rt* parallèle à *io*, liſez *ri* parallèle à *to*.

INTRODUCTION.

Digitized by Google

INTRODUCTION.

Sous quelque point de vue que l'on enviſage la Nature, on eſt frappé de l'abondance & de la variété de ſes productions. Tandis qu'elle embellit & anime la ſurface du globe par la ſucceſſion conſtante des êtres organiſés ; elle travaille en ſecret, dans les cavités ſouterraines, ſur la matière inorganique, & ſemble ſe jouer dans la diverſité des formes géométriques qui naiſſent de ſon opération. On ſait que quand les molécules des ſubſtances minérales ſe trouvent ſuſpendues librement dans un fluide avec le degré de pureté & de ténuité néceſſaire ; quand elles jouiſſent, ſelon l'expreſſion ſi nette & ſi

Digitized by Google

préciſe de M. Daubenton (1), *du temps, de l'eſpace & du repos*, elles cèdent à la tendance qu'elles ont les unes vers les autres, s'approchent, ſe réuniſſent & forment par leur aſſemblage des polyèdres terminés ordinairement par des faces planes. Ce ſont ces corps auxquels on a donné le nom de cryſtaux, & dont l'étude, mieux ſuivie depuis un certain nombre d'années, a découvert aux yeux des Naturaliſtes un nouvel ordre de faits intéreſſans, où l'on voit juſqu'aux moindres molécules de la matière ſoumiſes, par une Sageſſe ſuprême, à des loix toujours ſubſiſtantes, d'où naiſſent l'harmonie & la régularité.

L'étude dont il s'agit, & en général celle des minéraux, eſt bornée à un nombre de genres beaucoup moins conſidérable que celle des animaux & des plantes; & à cet égard, elle exige

(1) Leçons de Minéralogie.

moins d'efforts de la part de l'eſprit, qui, étant moins partagé par la multitude des objets, en ſaiſit plus facilement l'enſemble & les rapports mutuels. Mais la diverſité des formes dont une même ſubſtance eſt ſuſceptible, offre ici un grand obſtacle de plus à vaincre. Dans les animaux & les végétaux, les divers individus d'une même eſpèce portent, pour ainſi dire, l'empreinte viſible d'un modèle commun; la grandeur de l'objet, les dimenſions reſpectives de ſes parties, leurs couleurs, peuvent varier : mais, au milieu de ces modifications accidentelles, la forme primitive ſubſiſte toujours, & s'annonce par des traits apparens & ineffaçables. Dans les minéraux au contraire, & ſur-tout dans les cryſtaux, les variétés d'une même ſorte paroiſſent ſouvent au premier aſpect, n'avoir entr'elles aucun rapport, & quelquefois même ceux que l'on y apperçoit deviennent une nouvelle ſource de difficultés. On

Digitized by Google

connoît, par exemple, trois rhomboïdes de ſpath calcaire (1), différens les uns des autres par leurs angles plans, ou, ce qui revient au même, plus ou moins ſurbaiſſés. Cette diverſité d'angles dans des formes analogues, que l'on doit ſuppoſer produites par des molécules parfaitement ſemblables, offre un fait peut-être encore plus ſurprenant, que la différence totale qui ſe trouve entre d'autres variétés du même ſpath.

Une difficulté d'un genre tout oppoſé, provient de la reſſemblance des formes dans des ſubſtances très-éloignées les unes des autres par leur nature. Les Obſervateurs exercés ſavent combien de minéraux divers affectent la figure de l'octaèdre & celle du cube.

Avant de faire connoître les moyens par leſquels j'ai eſſayé de lever une partie de ces difficultés, j'obſerverai

(1) Voyez ci-après, article I, n°. 3, la définition du mot *Rhomboïde*, d'après le ſens que j'ai cru devoir y attacher.

Digitized by Google

que l'on peut ſe propoſer deux choſes dans l'étude des cryſtaux : l'une, de tirer de leurs différentes formes, des caractères diſtinctifs, pour reconnoître les minéraux ; l'autre, de comparer ces formes les unes avec les autres, d'en ſaiſir les rapports & les différences, & même d'expliquer, s'il ſe peut, le mécaniſme interne de leur ſtructure ; de réduire, en un mot, la Cryſtallographie à une Science qui ait des principes fixes, d'où l'on puiſſe tirer des conſéquences propres à répandre du jour ſur une matière juſqu'ici enveloppée de tant d'obſcurités.

A l'égard du premier de ces objets, il eſt certain d'abord que jamais on ne pourra faire de la Cryſtallographie la baſe d'une diſtribution méthodique des minéraux. Outre qu'ils ne ſe préſentent ni toujours ni même tous dans l'état de cryſtaux, il faudroit, pour qu'on pût établir une méthode ſur ce fondement, que chaque ſorte de minéral affectât une

forme particulière qui lui appartînt à l'excluſion des autres, & dont les modifications, ſi elle en ſubiſſoit quelques-unes, fuſſent trop légères pour maſquer la forme originaire au point de la rendre méconnoiſſable. Or, j'ai déjà remarqué combien les formes des cryſtaux étoient éloignées de ſe prêter à la ſimplicité de cet ordre. Ces formes ne peuvent donc être employées que ſubſidiairement, & comme caractères ſecondaires, avec ceux qui ſe tirent de la caſſure, de la dureté, du poli, &c.; & c'eſt de cette manière qu'elles ont été employées par M. Daubenton, dans ſa diſtribution méthodique du Règne Minéral.

Quant au ſecond point, qui conſiſte à établir une théorie ſur la Cryſtalliſation, il m'a paru que l'on avoit trop négligé de faire les recherches qui pouvoient conduire à ce but. J'avoue qu'au premier coup-d'œil il ſe préſente un ſi grand nombre de formes acciden-

Digitized by Google

telles, que l'on ne préſume pas qu'il ſoit poſſible même d'entrevoir la marche de la Nature à travers cette multitude de déviations apparentes qui nous la dérobent. Cependant, en y regardant de plus près, on obſerve que beaucoup de formes, qui d'abord avoient paru ſemblables dans les cryſtaux de nature diverſe, diffèrent entr'elles par les angles plans de leurs faces, par les inclinaiſons reſpectives de ces mêmes faces, par les hauteurs des axes des pyramides qui ſe réuniſſent ſouvent baſe à baſe, pour former un ſeul cryſtal, &c. On remarque de plus que ces angles & ces axes ſont conſtans dans la même variété de cryſtal, quel que ſoit le Pays d'où elle a été apportée, en ſuppoſant d'ailleurs qu'elle ſoit bien nette & bien prononcée. On apperçoit des paſſages d'une forme à l'autre, des gradations marquées, qui indiquent des rapprochemens que l'on n'avoit pas ſoupçonnés d'abord. Ce ſont ces obſervations,

ſuivies avec ſoin, & ſouvent répétées, qui m'ont fait naître le déſir & l'eſpérance de faire un nouveau pas dans la connoiſſance des cryſtaux, & de répandre quelque jour ſur cette matière, d'autant plus intéreſſante, qu'elle tient très-probablement à l'une des cauſes générales du mouvement des corps & aux plus grands phénomènes de la Nature.

Au reſte, mon deſſein n'a pas été de rechercher la manière dont agiſſent les forces primitives auxquelles eſt ſoumiſe la cryſtalliſation. Je ne ſais s'il ſeroit poſſible d'avoir égard à tous les élémens qui doivent entrer dans une pareille théorie, tels que le volume des molécules ſur leſquelles les forces dont il s'agit exercent leur action, le degré de denſité du fluide, ſon degré de température, la forme de la cavité, & autres circonſtances ſemblables, qui influent néceſſairement dans la formation des cryſtaux, & qu'il faudroit ſou-

Digitized by Google

mettre au calcul, pour réſoudre complettement les problêmes de cet ordre. Je me ſuis borné à un genre de recherches plus à ma portée, en me propoſant de déterminer la forme des molécules conſtituantes (1) des cryſtaux, & la manière dont elles ſont arrangées entr'elles dans chaque cryſtal. C'eſt cette combinaiſon que j'appelle *ſtructure*; & l'on verra, dans le cours de cet Ouvrage, qu'elle eſt ſoumiſe à un petit nombre de loix, dont les modifications combinées produiſent toutes les variétés de formes que l'on obſerve dans les cryſtaux.

Les réſultats auxquels conduit une pareille théorie, ne pouvoient être conſtatés qu'à l'aide de la Géométrie. L'aſpect ſeul de ces polyèdres, ſur leſquels il ſemble qu'une main exacte ait porté la règle & le compas, pour en

(1) Voyez ci-deſſous, art. I, n°. 2, la définition de ce mot.

fixer les dimenſions, indique un objet ſuſceptible d'être ſoumis aux méthodes rigoureuſes des Sciences mathématiques: mais il falloit trouver dans l'objet même des données ſuffiſantes pour exclure toute ſuppoſition arbitraire, & pour conduire à des ſolutions qui repréſentaſſent les vrais réſultats du travail de la Nature.

Une obſervation que je fis ſur le ſpath calcaire en priſme à ſix pans, terminé par deux faces exagones (1), me ſuggéra l'idée fondamentale de toute la théorie dont il s'agit. J'avois remarqué qu'un cryſtal de cette variété, qui s'étoit détaché par hazard d'un groupe, ſe trouvoit caſſé obliquement, de manière que la fracture préſentoit une coupe nette, & qui avoit ce brillant auquel on reconnoît le poli de la Nature. J'eſſayai ſi je ne pourrois point faire, dans ce même priſme, des coupes

(1) Voyez le n°. 28.

dirigées ſelon d'autres ſens ; & après différentes tentatives, je parvins à obtenir de chaque côté du priſme trois ſections obliques : & par de nouvelles coupes parallèles aux premières, je détachai un rhomboïde parfaitement ſemblable au ſpath d'Iſlande, & qui occupoit le milieu du priſme. Frappé de cette obſervation, je pris d'autres ſpaths calcaires, tel que celui qui forme un rhomboïde à angles très-obtus (1), celui dont la ſurface eſt compoſée de douze plans pentagones (2) ; & j'y retrouvai le même noyau rhomboïdal que m'avoit offert le priſme dont j'ai parlé plus haut.

Des épreuves ſemblables, faites ſur des cryſtaux de pluſieurs autres genres, aſſez tendres pour être diviſés nettement, me donnèrent des noyaux qui avoient d'autres formes, mais dont cha-

(1) Voyez le n°. 22.
(2) Voyez le n°. 25.

Digitized by Google

cune étoit invariable dans le même genre de cryſtal. Je crus alors être fondé, d'après les tentatives faites ſur les cryſtaux mentionnés, & d'après des raiſons d'analogie pour les cryſtaux que leur dureté ne permettoit pas de diviſer, à établir ce principe général, que toute variété d'un même cryſtal renfermoit, comme noyau, un cryſtal qui avoit la forme primitive & originaire de ſon genre.

Cette forme, comme on le voit, n'eſt point priſe arbitrairement, mais indiquée par la Nature elle-même : auſſi verra-t-on dans cet Ouvrage qu'elle eſt ſouvent fort différente de celles qui ont été adoptées par d'autres Auteurs pour les divers genres de cryſtaux, ſans aucune raiſon de préférence fondée ſur l'expérience & l'obſervation.

La forme primitive, conſidérée par rapport à chacun des cryſtaux ſecondaires d'un même genre, repréſente un polyèdre inſcrit dans un autre

Digitized by Google

polyèdre, qui varie pour la figure, le nombre & la disposition de ses faces : tantôt c'est un prisme sans pyramide ; tantôt le prisme a une pyramide à chacune de ses extrémités ; d'autres fois enfin, c'est un assemblage de pyramides groupées régulièrement.

Lorsque les cristaux sont assez tendres pour être divisés, on peut faire dans le noyau des sections parallèles à ses différentes faces ; toute la matière enveloppante se divise aussi parallèlement aux faces du noyau : en sorte que toutes les parties que l'on retire par ces différentes sections sont semblables entr'elles & au noyau. Il en faut cependant excepter les parties situées sur le bord des lames composantes, qui se présentent sous une forme différente des autres. Pour concevoir que cela doit être ainsi, supposons un cube inscrit dans un octaèdre ; si l'on divise l'octaèdre par des sections parallèles aux faces du cube, il est clair que l'on

Digitized by Google

retirera, par ces ſections, une multitude de petits cubes de l'intérieur de l'octaèdre ; mais les parties ſituées près de la ſurface ne pouvant avoir leurs faces extérieures parallèles aux faces correſpondantes du cube, n'auront pas non plus la forme cubique : en ſorte que la diviſion donnera toujours un reſte.

Il y a plus ; quand même on ſuppoſeroit aux parties d'un cryſtal ſecondaire des formes différentes de celles que l'on obtient par les ſections dont j'ai parlé, il ſeroit encore impoſſible de réduire le cryſtal, en concevant ſa ſurface liſſe & polie, à un aſſemblage de molécules toutes ſemblables entr'elles. Que l'on prenne, par exemple, d'une part un rhomboïde ſemblable au ſpath d'Iſlande, & de l'autre un priſme à ſix pans, terminé par deux faces exagones, qui eſt, comme je l'ai dit, une des variétés du ſpath calcaire, tout Géomètre ſentira facilement que ces deux cryſtaux, en ſuppoſant leurs ſur-

Digitized by Google

faces parfaitement de niveau dans toute leur étendue, ne peuvent être compoſés de parties ſemblables, ou, ce qui revient au même, qu'il n'y a aucune forme de polyèdre qui puiſſe ſervir à tous les deux de meſure commune.

Ces conſidérations m'ont fait préſumer que les faces des cryſtaux ſecondaires ne devoient pas être conſidérées comme des plans géométriques, mais qu'elles étoient pleines de petites inégalités : en ſorte que leurs lames, au lieu d'avoir leurs bords de niveau, les avoient diſpoſés en retraite, à-peu-près comme les degrés d'un eſcalier, & que même, dans pluſieurs cas indiqués par la ſtructure, comme on le verra dans la ſuite de l'Ouvrage, le bord de chaque lame, au lieu de former une arête continue, étoit comme dentelé, & formoit alternativement des angles rentrans & ſaillans.

Dans cette hypothèſe, la plus natu-

relle, & même, j'oſe le dire, la ſeule raiſonnable que l'on pût imaginer, les parties d'une forme en quelque ſorte étrangère, qui occupoient le contour des lames, n'offroient qu'une apparence trompeuſe ; & en ſuppoſant les diviſions mécaniques du cryſtal pouſſées juſqu'à leur dernière limite, c'eſt-à-dire, juſqu'au point d'iſoler les molécules conſtituantes, ces parties s'évanouiſſoient entièrement ; il ne reſtoit plus alors que des molécules exactement ſemblables entr'elles, & au noyau renfermé dans le cryſtal, dont la ſtructure, conſidérée ſous ce point de vue, ſe trouvoit ramenée à une parfaite uniformité.

Si l'on fait attention à l'extrême petiteſſe des molécules conſtituantes des cryſtaux, on concevra aiſément que, dans le cas d'une cryſtalliſation parfaitement régulière, les vacuoles & les inégalités dont j'ai parlé doivent être nulles pour nos ſens. Mais il s'en faut bien

bien que toutes les conditions requiſes pour conduire la Nature au but de ſon opération, ſe trouvent toujours réunies. Gênée dans ſa marche par mille accidens & par l'action de différentes cauſes perturbatrices, elle agit ſouvent par des degrés intermittens, laiſſe ſon ouvrage imparfait, quelquefois ne fait que l'ébaucher, & par-là même ſe décèle à des yeux attentifs, & donne à entrevoir le ſecret de ſon opération. On obſerve alors ſur la ſurface des cryſtaux, tantôt des ſtries ou cannelures, qui indiquent non-ſeulement la poſition des lames, mais même leur retraite; tantôt des aſpérités, qui annoncent les petites ſaillies dont les rebords des mêmes lames ſont tout hériſſés.

Ces indices m'ont paru confirmer l'hypothèſe dont j'ai parlé: cependant, pour lui donner le plus grand degré de probabilité poſſible, il falloit encore y imprimer, pour ainſi dire, le ſceau du calcul; & c'eſt alors que la Géo-

métrie devenoit d'un uſage indiſpenſable : mais on ne pouvoit appliquer ici le calcul, ſans connoître la forme exacte des molécules conſtituantes. Or, les ſections que l'on peut faire dans un cryſtal ne donnent pas préciſément cette forme ; elles déterminent ſeulement les angles des faces, & non pas les dimenſions reſpectives des côtés, puiſqu'entre deux ſections, on peut toujours en faire paſſer une troiſième, qui, ſans altérer les angles, changera les dimenſions de la figure produite par les premières ſections. Lorſqu'on diviſe, par exemple, un cube de ſel marin, on peut en retirer à volonté des parallélipipèdes rectangles de toutes ſortes de dimenſions reſpectives, ſuivant les diſtances que l'on mettra entre les ſections. Rien ne dit où il faudroit s'arrêter, parce qu'à quelqu'endroit que l'on eſſaye d'entamer le cryſtal, la ſection paſſera toujours entre deux molécules, ſans qu'on puiſſe jamais iſoler celles ci, à cauſe de leur extrême petiteſſe.

Digitized by Google

Pour avoir quelque chose de fixe à cet égard, j'ai choisi d'abord des cryſtaux dont on ne peut douter, ce me ſemble, que les molécules ne ſoient d'une figure parfaitement régulière, c'eſt-à-dire, n'aient leurs faces toutes égales & ſemblables entr'elles. Tels ſont entr'autres les cryſtaux de ſel marin & ceux de ſpath calcaire : la ſtructure même des variétés de ces cryſtaux indique viſiblement que les molécules de l'un ſont de vrais cubes, & celles de l'autre des rhomboïdes; car ſi cela n'étoit pas, il faudroit dire, par exemple, qu'un noyau rhomboïdal de ſpath calcaire, au lieu d'être compoſé de petits rhomboïdes ſemblables à lui-même, ſeroit un aſſemblage de petites lames ou de parallélipipèdes, qui auroient une épaiſſeur moindre que leur largeur. Cela poſé, comme toutes ces lames s'appliqueroient les unes aux autres par leurs faces ſemblables pour former un rhomboïde tel que celui dont il s'agit, il

Digitized by Google

faudroit concevoir que toutes les grandes faces des lames compoſantes ſeroient parallèles à deux faces oppoſées du rhomboïde, & que les rebords ou petites faces des lames répondroient aux quatre autres faces du rhomboïde. Or, un pareil aſſemblage ne s'accorde point avec la ſtructure & la forme des cryſtaux ſecondaires; car, dans la plupart de ceux-ci, les parties ſurajoutées au noyau, forment des eſpèces de pyramides ſemblables entr'elles, & appliquées par leurs baſes ſur la différentes faces du noyau. Mais, dans l'hypothèſe dont j'ai parlé, on ne conçoit pas comment la pyramide qui repoſeroit ſur une des faces du noyau, formée par les rebords des petites lames compoſantes, pourroit être parfaitement ſemblable à la pyramide appliquée ſur la face voiſine, qui ſeroit formée par les grandes faces des mêmes lames. La diſpoſition ſymétrique de la matière enveloppante me ſemble annoncer évidemment que toutes

les faces du noyau ſont des aſſemblages de figures ſemblables entr'elles & à ces mêmes faces ; ce qui ſuppoſe que le noyau lui-même a pour molécules conſtituantes de petits rhomboïdes, plutôt que de ſimples lames.

La figure des molécules étant déterminée pour les cryſtaux dont je viens de parler, j'ai trouvé, par le calcul, que parmi une infinité de loix poſſibles de décroiſſemens, il n'y en avoit qu'un petit nombre auxquelles la formation de ces cryſtaux fût aſſujettie. Pour donner, dès maintenant, une idée de ces loix, ſuppoſons qu'on ſe propoſe de former, avec une multitude de petits cubes, une pile quadrangulaire régulière, c'eſt-à-dire, compoſée de couches qui aillent en décroiſſant uniformément de la baſe au ſommet. Il eſt clair qu'ayant pris à volonté, pour compoſer la première couche, un nombre quarré de petits ſolides cubiques, on pourra diſpoſer les couches ſuivantes de ma-

nière que chacune ait ſur ſon contour une, ou deux, ou trois rangées, ou un plus grand nombre encore, de moins que la couche qui ſe trouvera immédiatement au-deſſous; en ſorte que les nombres des cubes qui compoſeront les couches ſucceſſives ſeront repréſentés par les termes d'une ſérie récurrente. Plus les cubes compoſans ſeront petits, plus la pile approchera de la forme d'une pyramide à faces liſſes: de manière que, ſi l'on ſuppoſe les cubes preſqu'infiniment petits, l'eſpèce d'eſcalier que forment les couches compoſantes par leur retraite, devenant inſenſible à l'œil, la pile ſe préſentera ſous l'aſpect d'une véritable pyramide quadrangulaire, dont la hauteur variera ſelon que la ſérie qui repréſente les couches de ſuperpoſition ſera plus ou moins convergente.

Telle eſt la manière dont il faut concevoir les décroiſſemens qui ſe font ſur les bords des lames qui compoſent

Digitized by Google

les cryſtaux ſecondaires. On verra dans cet Ouvrage que ces lames décroiſſent également par leurs angles, dans pluſieurs cas ; mais toujours ſuivant une loi telle que les parties qui ſe trouvent ſupprimées à chaque application d'une nouvelle lame, ſont des rangées de molécules parfaitement égales & ſemblables à celles dont le noyau eſt l'aſſemblage. L'exiſtence des loix dont il s'agit eſt prouvée par l'accord du calcul avec l'obſervation, puiſque les angles, ſoit plans, ſoit ſolides, des cryſtaux, calculés d'après ces mêmes loix, ſe trouvent être les mêmes que ceux qu'on meſure immédiatement ſur le cryſtal.

En admettant ces loix, & en raiſonnant par analogie des autres cryſtaux dans leſquels les dimenſions reſpectives des molécules n'étoient pas déterminées, je fis l'opération inverſe ſur ces derniers cryſtaux; c'eſt-à-dire que je ſuppoſai d'avance les mêmes loix de décroiſſement que j'avois découvertes dans les

premiers cryſtaux, & d'après cette hypothèſe, je déterminai par le calcul la hauteur des molécules (1). J'expliquerai dans la ſuite de cet Ouvrage de quelle manière je ſuis parvenu à déterminer auſſi le rapport que gardent entr'eux les côtés des baſes de chaque molécule, dans le cas où ces baſes ſont, par exemple, des parallélogrammes obliquangles, ou des rhombes alongés, comme dans les molécules du gypſe.

Voilà à quoi ſe réduit le fonds de mon travail ſur les cryſtaux, & la théorie qui ſera développée dans le

(1) Il n'eſt pas inutile d'obſerver ici, que, même abſtraction faite des dimenſions reſpectives des molécules, l'exiſtence des loix de décroiſſement dont j'ai parlé n'en ſeroit pas moins prouvée. On ignoreroit ſeulement ſi ces décroiſſemens ſe font par une rangée de molécules, plutôt que par deux ou trois rangées, ou par un plus grand nombre. Mais il ſeroit toujours vrai de dire que les décroiſſemens qui ont lieu dans tel cas, ſeroient doubles, par exemple, de ceux que ſubiſſent les lames dans tel autre cas. Ainſi la théorie

Digitized by Google

cours de cet Ouvrage. Tout consiste à résoudre, dans chaque cas particulier, ce problême général : *Etant donné un cryſtal, déterminer la forme préciſe de ſes molécules conſtituantes, leur arrangement reſpectif, & les loix que ſuivent les variations des lames dont il eſt compoſé.*

Les données à l'aide deſquelles j'ai déterminé, ſoit la figure des molécules conſtituantes, ſoit la meſure des angles des cryſtaux, dépendent aſſez ſouvent d'une obſervation faite ſur l'égalité ſenſible des inclinaiſons reſpectives de certaines faces du cryſtal, ou ſur celle de certains angles plans ; égalité que je ſuppoſe parfaite, d'après un principe dont je parlerai dans un moment. De

---

que je propoſe eſt indépendante à cet égard de l'hypothèſe dans laquelle les décroiſſemens les plus ordinaires ſe font par une ou par deux rangées de molécules, quoique cette hypothèſe me paroiſſe très-probable, tant à cauſe de ſa grande ſimplicité, que parce qu'elle eſt la ſeule qui s'accorde avec la ſtructure des cryſtaux ſecondaires, comme je l'ai prouvé ci-deſſus.

Digitized by Google

même, lorſqu'un des angles ſaillans ou des angles plans d'un cryſtal eſt ſenſiblement droit, je le ſuppoſe tel en toute rigueur. Je préſume que les perſonnes qui ſe ſont exercées ſur les matières phyſiques, trouveront ces ſuppoſitions extrêmement plauſibles. Il paroît en effet qu'il y a certains points fixes & certaines limites déterminées auxquels la Nature s'arrête dans le cours de ſes opérations & de ſes mouvemens : telle eſt la direction ſuivant la perpendiculaire ; telles ſont les égalités entre certaines quantités du même ordre : en ſorte que, quand nous ne pouvons appercevoir aucune différence entre les réſultats de l'obſervation & les termes abſolus dont il s'agit, on en conclut, avec toute la vraiſemblance poſſible, que ceux-ci exiſtent réellement tels qu'ils nous paroiſſent (1).

(1) On a remarqué, par exemple, que la rotation de la lune autour de ſon centre avoit ſenſiblement la

Digitized by Google

Après tout, quand même les ſuppoſitions dont je viens de parler ne ſeroient pas abſolument exactes en elles-mêmes, tous les réſultats qui s'en déduiſent doivent être du moins regardés comme des approximations ſi voiſines des véritables réſultats, qu'il ne s'enſuit aucune erreur appréciable pour nos ſens. Au défaut des données dont il s'agit, j'ai été quelquefois obligé de meſurer un ou deux angles des cryſtaux, & j'ai déduit de ces meſures la valeur des autres angles (1).

---

même durée que ſa révolution périodique, ſans que jamais on ait pu découvrir entre ces deux durées la moindre différence appréciable. D'après cette obſervation, les Aſtronomes ſe croient fondés à admettre une égalité parfaite entre l'une & l'autre.

(1) Cette dépendance réciproque des différens angles d'un cryſtal, ſuffiroit ſeule pour prouver que l'uſage de la Géométrie n'eſt pas auſſi inutile qu'on pourroit le croire dans l'étude des cryſtaux. En évaluant l'un après l'autre par des moyens mécaniques tous les angles plans & ſolides d'un cryſtal, on ſe met infailliblement dans le cas d'aſſigner des meſures incompatibles entr'elles,

Digitized by Google

Dans tous les cas où l'obſervation m'a fourni des données ſuſceptibles d'une certaine préciſion, j'ai pouſſé l'évaluation des angles juſqu'aux ſecondes de degré ; dans les autres cas, je me ſuis borné aux minutes. Pour vérifier ſur le cryſtal même les angles trouvés à l'aide du calcul, je me ſuis ſervi d'un inſtrument que j'ai fait conſtruire exprès avec tout le ſoin poſſible ; & il m'a paru, ainſi que je l'ai déjà

& contradictoires aux principes de la Géométrie. Pour le peu que l'on ſoit verſé dans cette Science, on ſait que la valeur des différens angles d'un cryſtal ſuit auſſi néceſſairement de celle d'un ou deux premiers angles, que la valeur du troiſième angle d'un triangle ſuit de celle des deux autres. D'ailleurs, en employant le calcul, on a la liberté de choiſir pour angles fondamentaux ceux qui ſont le mieux exprimés ſur les cryſtaux, dont il n'arrive que trop ſouvent que certaines parties ſont ſujettes à des déviations capables de mettre l'inſtrument en défaut. On peut auſſi partir ſucceſſivement de deux ou trois angles bien prononcés, pour comparer enſuite les différens réſultats que l'on a obtenus, & parvenir à une plus grande préciſion, en rectifiant un réſultat par l'autre.

Digitized by Google

dit, que les angles dont il s'agit étoient conſtamment les mêmes que j'avois déterminés par la Trigonométrie. Les différences, s'il s'en trouvoit, étoient trop légères pour être attribuées à d'autres loix de décroiſſement, & ne pouvoient être l'effet que de quelques petites déviations occaſionnées par des circonſtances particulières; car il me ſemble que dans ce cas, comme dans une multitude d'autres, on doit regarder les réſultats que donne le calcul comme les limites dont la marche de la Nature s'approche d'autant plus, qu'elle eſt moins gênée par l'action des cauſes étrangères, ſans leſquelles elle atteindroit toujours ces mêmes limites, & nous offriroit autant de préciſion dans ſes effets, qu'il y en a dans nos calculs.

La théorie que je viens d'expoſer fournit un moyen facile pour ſuivre tous les paſſages d'une forme à une autre, & pour expliquer les facettes qui rem-

Digitized by Google

placent, dans certains cryſtaux, les angles ſolides ou les arêtes, & que j'appellerai, avec M. Daubenton, *facettes ſurnuméraires*. Par exemple, ſi des lames qui décroiſſoient ſimplement par leurs bords dans un cryſtal, viennent à décroître en même temps par quelques uns de leurs angles dans un autre cryſtal, celui-ci aura quelques faces de plus que le premier; & ces faces ſeront tantôt verticales, tantôt plus ou moins inclinées, ſelon que les décroiſſemens ſe ſeront faits ſuivant une loi dont l'action aura été plus lente ou plus rapide. Mais ces inclinaiſons ne peuvent ſe faire que ſous un petit nombre de degrés différens, qui dépendent de la hauteur des molécules, & des loix qui agiſſent dans la Cryſtalliſation: en ſorte que le nombre des variétés d'un même cryſtal eſt néceſſairement limité. Lors donc que l'on dit que tel cryſtal n'eſt autre choſe qu'un premier cryſtal incomplet dans ſes arêtes

ou dans ſes angles ſolides, on énonce un fait dont la loi des décroiſſemens fournit l'explication. Il y a auſſi des cryſtaux qui ne diffèrent, par rapport à d'autres cryſtaux, qu'en ce qu'ils ſont plus alongés dans un certain ſens; ou en ce qu'au lieu d'être ſimplement compoſés de deux pyramides appliquées baſe à baſe, ils ont un priſme interpoſé entre les deux pyramides, ce qui eſt encore une ſorte d'alongement. Toutes ces eſpèces de transformations ſe déduiſent des principes établis ci-deſſus.

Mais il faut bien obſerver que, même en s'en tenant au ſimple énoncé des faits, on ne peut établir aucune méthode avantageuſe pour expoſer la gradation des formes dont un même cryſtal eſt ſuſceptible, ſans partir de la véritable forme primitive du genre, c'eſt-à-dire, comme je crois l'avoir prouvé, de celle que donnent les ſections faites dans les cryſtaux, & les

Digitized by Google

autres indices de ſtructure combinés avec les loix auxquelles eſt aſſujetti le mécaniſme de cette ſtructure. Toute marche qui n'eſt point dirigée vers ce but, eſt eſſentiellement défectueuſe, parce qu'elle eſt contraire à la marche de la Nature ; ou que ſi elle s'y rapporte quelquefois, ce n'eſt, pour ainſi dire, que par accident, & non par une ſuite des principes de la méthode, qui ne peut être en elle-même qu'arbitraire.

De même, lorſqu'on indique le paſſage d'une forme à une autre par le retranchement de certaines parties, ou par l'alongement d'un cryſtal dans tel ſens, il arrivera que ces indications ſeront juſtes toutes les fois que la choſe ſautera aux yeux, ſi j'oſe m'exprimer ainſi, ou qu'il ſera impoſſible de ſe tromper ſur la correſpondance des angles. Mais ſi une nouvelle loi de décroiſſement détermine dans une variété de cryſtal de nouveaux angles,

Digitized by Google

gles (1), qui se rapprochent sensiblement, par leur valeur, de ceux de la forme primitive que l'on a adoptée : alors, en estimant le sens dans lequel cette forme aura varié, d'après des moyens mécaniques qui ne peuvent jamais donner avec précision la valeur des angles, sur-tout lorsqu'on opère sur de petits objets, on s'exposera à prendre le passage d'une forme à une autre à contre-sens de la structure ; on confondra les angles secondaires avec les angles primitifs, dont ils différeront réellement, quoique d'une petite quantité, telle qu'un ou deux degrés ; ou bien l'on assignera des valeurs différentes au même angle que l'on aura mesuré sur un second cryſtal sans le reconnoître. Dans toutes les indications de ce genre, il faut absolument prendre la structure

(1) On peut voir à l'article des spaths pesans (n°. 41 & suiv.), plusieurs exemples de ces valeurs rapprochées dans des angles qui tiennent cependant à des circonstances très-différentes les unes des autres.

Digitized by Google

pour guide, si l'on veut éviter les mépriſes dans leſquelles peut entraîner la conſidération iſolée des formes extérieures.

Il réſulte de ce que je viens de dire, que toutes les formes ſecondaires ſont autant de variétés de la forme primitive, leſquelles peuvent être conſidérées comme produites par excès ou par défaut. Par exemple, la forme rhomboïdale du ſpath d'Iſlande eſt la forme primitive du genre des ſpaths calcaires. Prenons d'une autre part le ſpath calcaire à douze plans pentagones : ce dernier cryſtal peut être conçu comme formé par un noyau de ſpath d'Iſlande, avec un ſurcroît de matière qui l'enveloppe, & le change en dodécaèdre ; &, ſous ce point de vue, le dodécaèdre ſera une variété par excès du ſpath d'Iſlande. Mais ſi l'on fait attention, d'un autre côté, que les lames ſurajoutées au ſpath d'Iſlande ſont reſtées incomplettes, ſoit par leurs bords, ſoit

Digitized by Google

par leurs angles dans le passage de la forme rhomboïdale à celle du dodécaèdre ; ou, ce qui revient au même, si l'on suppose que toutes les lames qui composent la matière environnante du noyau deviennent tout-à-coup complettes, en reprenant les parties qui leur manquent : alors le dodécaèdre deviendra un cristal rhomboïdal semblable au noyau, excepté que son volume sera plus considérable ; & ce même dodécaèdre, envisagé sous cet aspect, sera une variété par défaut du spath d'Islande.

J'ai dit qu'on voyoit assez souvent des cristaux de différentes natures se présenter sous des formes semblables. La difficulté qui résulte de cette ressemblance se trouve en partie levée par les observations que j'ai faites sur la structure des cristaux. J'ai trouvé que ceux qui avoient la même forme étoient aussi composés assez ordinairement de molécules, qui différoient entr'elles pour

la figure, mais qui, par leurs diverſes combinaiſons, produiſoient des polyèdres terminés de la même manière. C'eſt ainſi que le ſel marin cubique & le ſpath phoſphorique de la même forme, ont pour molécules, le premier des cubes, & le ſecond des octaèdres.

Il eſt cependant très-probable qu'il y a des cryſtaux de nature différente, ſoit qu'ils aient ou non la même forme, qui ſont des aſſemblages de molécules conſtituantes ſemblables entr'elles; car celles-ci étant elles-mêmes des compoſés de molécules élémentaires, il ſe peut que différens principes, combinés de diverſes manières, produiſent des molécules conſtituantes de même forme; comme on voit des molécules conſtituantes, différentes par leur figure, compoſer des polyèdres qui ſe reſſemblent par l'extérieur. Ainſi, quoique l'on puiſſe aſſurer, ce me ſemble, que des cryſtaux, ſemblables entr'eux quant à leur forme, ſont toujours de diffé-

Digitized by Google

rentes natures, lorſque les molécules conſtituantes dont ils ſont l'aſſemblage ont des formes différentes, on n'a pas droit d'admettre la propoſition inverſe; ſavoir, que quand les molécules ſont ſemblables par leur figure, la nature des cryſtaux eſt auſſi la même. L'étude des cryſtaux ne peut donc ſervir, comme je l'ai déjà remarqué, qu'à lever une partie de la difficulté dont il s'agit. Pour en avoir l'entière ſolution, il faudroit être en état de déterminer la figure des molécules élémentaires; réſultat dont nous ſommes encore bien éloignés, malgré les progrès ſenſibles qu'a faits la Chymie dans ces derniers temps.

Quelque ſimples & vraiſemblables que m'euſſent paru, dès le commencement, les différentes vues que je viens d'expoſer, j'étois bien déterminé à ne pas m'en rapporter à mon propre jugement. J'ai trouvé, ſi j'oſe ainſi parler, une récompenſe bien précieuſe de cette

Digitized by Google

réſolution dans les encouragemens que j'ai reçus de M. Daubenton, qui, par l'intérêt qu'il a pris à mon travail, & par le conſeil qu'il m'a donné de le préſenter à l'Académie, a mis le comble aux obligations que je lui avois déjà pour avoir guidé mes premiers pas dans l'étude de l'Hiſtoire Naturelle : heureux ſi j'avois pu puiſer en même temps, dans ſes leçons, cette juſteſſe de coup-d'œil; cette manière exacte & préciſe d'étudier, de ſuivre, d'approfondir un objet, qui en fait connoître tous les points de vue, & n'en laiſſe appercevoir aucune partie qui ne ſoit bien éclairée ! L'application que j'ai eſſayé de faire de la Géométrie à l'Hiſtoire Naturelle, m'avoit mérité encore l'accueil & les bontés de M. Bezout; & perſonne n'a plus de motifs que moi de partager les regrets de l'Académie, qui pleure, dans ce Savant aimable & vertueux, un de ſes Membres les plus illuſtres. M. de la Place, diſtingué éga-

Digitized by Google

lement, & par ſes profondes recherches ſur pluſieurs branches de calcul, & par la variété de ſes connoiſſances, a bien voulu permettre auſſi que je lui fiſſe l'expoſition de ma théorie, & m'exciter à de nouvelles recherches, dont le fruit a été la découverte des loix auxquelles eſt ſoumiſe la ſtructure des cryſtaux. J'avoue qu'il eſt doublement flatteur pour moi de pouvoir ici en même temps acquitter ma reconnoiſſance, & citer en ma faveur des noms auſſi propres à inſpirer la confiance.

Dans le temps où je commençois à me livrer à l'étude de la ſtructure des cryſtaux, j'ai eu occaſion de lire un Mémoire de M. Bergmann ſur la Cryſtalliſation, qui ſe trouve parmi ceux de l'Académie d'Upſal, pour l'année 1779. Le but de cet illuſtre Chymiſte eſt de rapporter la formation de différens cryſtaux à la figure du ſpath d'Iſlande, c'eſt-à-dire, d'un cryſtal rhomboïdal, dans lequel l'angle obtus de

chaque face eſt de $101^{\circ}\frac{1}{2}$. Cette forme eſt comme la baſe ſur laquelle travaille M. Bergmann, pour expliquer la formation de pluſieurs ſpaths calcaires, de l'hyacinthe, du grenat dodécaèdre, de quelques ſchorls, & de la marcaſſite à douze plans pentagones. Il conçoit que ces différens cryſtaux ſont formés par des plans tantôt conſtans & tantôt décroiſſans, qui s'accumulent ſur les faces du rhomboïde central.

J'ai été frappé ſur-tout de l'explication qu'il donne du ſpath calcaire à douze faces, qui ſont des triangles ſcalènes (1) : on la trouvera expoſée dans cet Ouvrage à l'article de ce cryſtal, N°. 33. Cette explication eſt très-bien vue, entièrement conforme à la Nature ; & M. Bergmann l'a vérifiée lui-même par les fractures faites dans le cryſtal, comme je le dirai au même endroit :

(1) C'eſt celui qu'on appelle vulgairement *dent de cochon.*

Digitized by Google

& s'il eût également suivi pour les autres cryſtaux l'indication de la Nature; s'il ne ſe fût point livré à des conceptions purement hypothétiques, qui ne s'accordent point avec l'obſervation, ainſi qu'on en pourra juger par la diſcuſſion où je ſuis entré (N°. 26), au ſujet de l'explication qu'il donne du ſpath à douze plans pentagones, il eût ajouté l'honneur d'avoir obtenu un plein ſuccès, à celui d'avoir publié le premier des vues ſatisfaiſantes ſur la ſtructure des cryſtaux (1).

Je dirai maintenant un mot du plan que je me ſuis tracé dans cet Ouvrage. J'ai développé, avec le plus de clarté qu'il m'a été poſſible, dans les deux premiers articles, les principes ſur leſ-

(1) M. Bergmann a publié depuis, dans ſes Opuſcules chymiques, Tom. II, pag. 1re & ſuiv., ce même Mémoire qu'il a fort étendu, & auquel il a ajouté de nouvelles vues ſur la formation des premières molécules des cryſtaux, mais qui n'ont aucun rapport avec la manière dont j'ai enviſagé la Cryſtalliſation.

Digitized by Google

quels eſt fondée la théorie de la ſtructure des cryſtaux. Obligé de citer des exemples, je les ai choiſis parmi les cryſtaux dont la forme m'a paru la plus ſimple. Les articles ſuivans renferment des applications de cette même théorie, faites principalement à ſix genres de ſubſtances cryſtalliſées; ſavoir, les ſpaths calcaires, les ſpaths peſans, les ſpaths fluors phoſphoriques, les gypſes, les grenats, & les topazes de Saxe & du Bréſil.

Je commence chaque article par déterminer la forme primitive du genre (1), & en même temps celle des molécules

(1) J'ai pris le terme de *forme primitive* dans un ſens moins ſtrict que je n'aurois pu le faire, en entendant par cette forme celle des molécules conſtituantes. La forme primitive, telle que je l'ai conſidérée dans cet Ouvrage, eſt celle qui ne peut plus être diviſée que par des ſections parallèles à ſes différentes faces, & dont les lames, lorſqu'on les ſous-diviſe, donnent toutes parties ſemblables entr'elles & aux molécules conſtituantes, ſans aucun reſte. Cette manière de voir m'a paru plus conforme à la marche de la Nature,

Digitized by Google

qui compoſent les cryſtaux de ce genre : de-là je paſſe aux formes ſecondaires, qui m'ont paru les plus remarquables. J'indique d'abord le développement du cryſtal, qui en eſt comme la définition. J'explique enſuite ſa ſtructure, & je détermine les loix des décroiſſemens que ſubiſſent les lames dont il eſt formé. Je déduis enfin de ces loix, la meſure des angles plans. Dans les calculs que j'ai été obligé de faire pour évaluer ces angles, j'ai tâché de réſoudre le moins de triangles qu'il m'a été poſſible. On ſait que les valeurs des logarithmes des ſinus, co-ſinus, tangentes, &c., ainſi que de ceux des nombres naturels, n'ont pu être trouvées que par approximation; en ſorte que les réſultats auxquels on parvient, après avoir réſolu une ſuite de triangles, ſont néceſſaire-

qui nous offre plus ſouvent les cryſtaux ſous une forme telle que je viens de la définir, que ſous celle qui repréſenteroit rigoureuſement la molécule conſtituante du genre.

ment affectés de quelques légères erreurs. J'ai donc préféré, dans tous les cas qui m'en ont paru ſuſceptibles, l'uſage des équations, dont les termes repréſentent toujours d'une manière rigoureuſe le rapport des lignes qui ſervent de données pour parvenir à la ſolution du problême. Outre l'avantage d'une plus grande préciſion dans les réſultats, cette marche m'en a procuré un autre, je veux dire celui de découvrir, dans les cryſtaux, quelques propriétés géométriques, qui, à la vérité, n'ont rien de démonſtratif par rapport à la théorie que j'ai établie, mais qui m'ont paru aſſez curieuſes pour n'être pas négligées. On en verra des exemples dans les ſpaths calcaires.

L'article qui termine cet Ouvrage renferme quelques vues ſur la formation même des cryſtaux, & ſur la manière dont je préſume que leur accroiſſement ſe combine avec leur ſtructure.

La nouveauté d'une théorie que je

Digitized by Google

regarde comme très-ſuſceptible d'être perfectionnée, & l'eſpace qui me reſte encore à parcourir pour arriver au terme de mon travail, ne me permettent d'offrir cet Ouvrage au Public que comme un ſimple ESSAI. Je me ferai un devoir de profiter de toutes les remarques qui me ſeront communiquées, & qui tendront à donner plus de préciſion à mes réſultats, ou à rectifier ce qui ne ſe trouveroit pas exactement conforme à la Nature, dans les explications que j'ai données de la ſtructure des cryſtaux. Je me propoſe de traiter, d'après les mêmes principes, le plus grand nombre de ſubſtances cryſtalliſées qu'il me ſera poſſible. Je préſume, par les tentatives que j'ai déjà faites, qu'il s'en trouvera pluſieurs qui offriront des indices trop légers de ſtructure, pour que l'on puiſſe rien prononcer à cet égard d'une manière certaine. En expoſant alors mes idées, je ne les donnerai que pour de ſimples apperçus, qui auront beſoin d'être vérifiés par des

obſervations ultérieures, & qui, à ce défaut, pourront du moins devenir, entre des mains plus habiles, une matière de recherches plus profondes & plus heureuſes. Puiſſé-je trouver, dans l'accueil des vrais Savans, de nouveaux encouragemens pour étendre mes vues, multiplier les applications que l'on en peut faire, & contribuer, autant qu'il dépendra de moi, aux progrès d'une Science, qui, récente encore, mais cultivée de toutes parts & ſous différens aſpects par des Obſervateurs d'un mérite très-diſtingué, fera ſans doute une époque intéreſſante parmi les divers genres de connoiſſances dont notre ſiècle a enrichi le domaine de l'eſprit humain !

Digitized by Google

ESSAI
D'UNE THÉORIE
SUR LA STRUCTURE
DES CRYSTAUX,
Appliquée à plusieurs genres de substances crystalisées.

ARTICLE PREMIER.

De la structure des Crystaux en général, & de l'existence de la forme primitive renfermée dans chacun d'eux.

1. POUR peu que l'on observe la Nature avec des yeux attentifs & avec un esprit libre de préjugés, on se convaincra facilement que

Digitized by Google

les minéraux ſont totalement dénués de l'eſpèce d'organiſation que quelques Auteurs leur ont attribuée. Cette qualité ſuppoſe des vaiſſeaux deſtinés à recevoir les fluides qui tendent à s'y introduire, & un mouvement interne capable de favoriſer le cours de ces fluides, & de contribuer au développement & à la conſervation de l'individu. Un examen réfléchi des minéraux décèle au contraire un défaut abſolu de jeu & de ſoupleſſe dans leurs parties internes, une ſimple ſtructure ſans organes & ſans fonctions, en un mot, un aſſemblage purement ſymétrique de molécules réunies ſucceſſivement les unes aux autres par une force attractive, dont la nature & la manière d'agir ſont encore peu connues, mais dont l'exiſtence eſt atteſtée par un trop grand nombre de faits pour qu'on puiſſe la révoquer en doute.

2. Tout minéral qui ſe préſente ſous une forme régulière, & dont les faces peuvent être repréſentées par des figures géométriques, porte le nom de *cryſtal*. Il y a deux choſes à conſidérer dans la ſtructure d'un cryſtal : 1°. la figure de ſes molécules conſtituantes ; 2°. l'arrangement qu'elles gardent entr'elles, & d'où dépend la figure même du cryſtal. J'entends par *molécules conſtituantes* celles qui, ſuſpendues d'abord

d'abord dans le fluide où elles étoient en diſſolution, ſe ſont attirées mutuellement, & réunies pour former, par leur aggrégation, des polyèdres de figure régulière. Tout ce qui s'étend juſqu'à cette limite incluſivement, eſt du reſſort de l'Hiſtoire Naturelle. Le Chymiſte, qui commence où finit le Naturaliſte, décompoſe les cryſtaux juſques dans leurs molécules conſtituantes, pour y retrouver les premiers principes ou les élémens des corps.

3. Parmi les différentes formes ſous leſquelles une même ſubſtance cryſtalliſée peut ſe préſenter, il y en a une que l'on doit regarder comme la forme primitive, dont toutes les autres ne ſont que des modifications, quelque peu de rapport qu'elles ſemblent ſouvent avoir, au premier coup-d'œil, avec cette même forme à laquelle elles tiennent par une origine commune. Cette forme, indiquée par la Nature même, ainſi qu'on le verra bientôt, & non pas priſe arbitrairement & comme au haſard, eſt dans le ſel marin celle d'un cube parfait, dans le ſpath fluor phoſphorique celle d'un octaèdre, dans d'autres genres de cryſtaux celle d'un ſolide rhomboïdal (1), dont les angles

(1) J'appellerai, dans le cours de cet Ouvrage, *ſolide rhomboïdal*, ou ſimplement *rhomboïde*, un parallélipipède

Digitized by Google

ſont plus ou moins ouverts, ſelon les différentes natures des ſubſtances cryſtalliſées. La forme primitive paroît être le réſultat de la cryſtalliſation la plus parfaite dont un minéral ſoit ſuſceptible ; mais ce n'eſt pas toujours celle qui ſe rencontre le plus ordinairement. Le cube eſt beaucoup plus commun dans le genre des ſpaths phoſphoriques que l'octaèdre, qui eſt cependant la forme primitive de ce genre de cryſtaux. Toutes les formes qui diffèrent de la forme primitive, porteront, dans cet Ouvrage, le nom de *formes ſecondaires.*

4. On trouve un certain nombre de cryſtaux qui ſont aſſez tendres pour être diviſés par le moyen d'un inſtrument tranchant. Avec un peu de tâtonnement & d'habitude, on parvient à ſaiſir les joints des lames dont ces cryſtaux ſont compoſés, à détacher ces lames les unes des autres, à ſous-diviſer enſuite chacune d'elles en parties régulières, & dont les ſurfaces ont ce reflet brillant auquel on re-

---

pipède obliquangle, dont les ſix faces ſont des rhombes tous égaux & ſemblables entr'eux. La dénomination de rhomboïde, à laquelle les Géomètres ont attaché une idée différente, m'a paru la plus ſimple que je puſſe employer ; elle eſt fondée d'ailleurs ſur l'analogie avec les expreſſions de *ſphéroïde*, d'*ellipſoïde*, &c., qui déſignent des ſolides, & non de ſimples ſurfaces.

Digitized by Google

connoît le poli de la Nature (1). Cette eſpèce de diſſection des cryſtaux offre des indices d'autant plus certains de leur ſtructure, qu'on ne peut diviſer que dans un ſens déterminé, pour obtenir des portions de cryſtal à ſurfaces planes & brillantes, toutes les ſections que l'on tenteroit de faire dans d'autres ſens ne produiſant que des fragmens d'une forme irrégulière, parce qu'alors on briſe au lieu de diviſer.

5. J'ai obſervé que tous les cryſtaux qui ſe prêtoient à ces ſections renfermoient un noyau de forme primitive, quelle que fût d'ailleurs

(1) Il y a peu de pierres ou de ſels cryſtalliſés qui n'offrent des coupes nettes dans des ſens parallèles au moins à deux faces oppoſées de la forme primitive, & ſur leſquels on ne puiſſe faire une opération ſemblable à celle que font les Lapidaires en clivant une pierre précieuſe. J'ai même trouvé un certain nombre de ſubſtances métalliques, qui ſe prêtoient à cette opération. Ces coupes une fois déterminées, la poſition des autres faces ſe conclut beaucoup plus aiſément des autres indices de ſtructure que l'on obſerve ſur les cryſtaux. Cette différence de cohéſion par rapport aux diverſes faces des molécules voiſines dans certains cryſtaux, me paroît dépendre en grande partie de l'étendue même de ces faces, & du nombre des points de contact, qui ſont plus multipliés ſur les faces dont l'adhérence eſt plus forte.

Digitized by Google

celle du cryſtal ſur lequel on opéroit; en ſorte qu'en enlevant par des coupes ſucceſſives & parallèles toute la matière appliquée ſur ce noyau, on pouvoit aiſément le mettre à découvert. L'analogie & des indices extérieurs de ſtructure, dont je parlerai dans la ſuite, m'ont ſervi à étendre cette obſervation aux cryſtaux que leur trop grande dureté ne permet pas de diviſer: en ſorte qu'il n'y a, ce me ſemble, aucun lieu de douter que ce ne ſoit un fait général pour tous les genres de ſubſtances cryſtalliſées. Pour éclaircir ce que je viens de dire par un exemple, je choiſis de préférence le ſpath fluor phoſphorique cubique, à cauſe de la ſimplicité de ſa forme.

Soit BDENML (*Pl.* I. *fig.* 1.), un de ces cryſtaux cubiques. Si l'on eſſaye de le diviſer par des ſections parallèles à ſes faces, on éprouvera une réſiſtance conſidérable; & ſi l'on parvient à vaincre cette réſiſtance par des efforts réitérés, on n'obtiendra que des fragmens irréguliers: mais ſi l'on dirige le plan coupant ſuivant une ligne *gf* parallèle à la diagonale B E de l'une quelconque des ſix faces, & que de plus on donne au même plan coupant, par rapport à cette face, une inclinaiſon qui doit être à-peu-près de 54° &

Digitized by Google

demi (1), on enlevera sans peine la pyramide ou l'angle solide I*ghf*, dont la base sera un triangle équilatéral *gfh*. A quelqu'endroit que l'on tente d'entamer le cryſtal, on trouvera par-tout la diviſion également facile, pourvu que le plan coupant ſoit toujours dirigé dans le ſens que j'ai indiqué; d'où il ſuit qu'en faiſant des ſections parallèles, & priſes à de petites diſtances dans la pyramide I*ghf*, on enlevera des lames triangulaires équilatérales, qui iront en croiſſant uniformément vers le centre du cryſtal.

Suppoſons la diviſion continuée ſucceſſivement ſur les huit angles ſolides du cryſtal, & toujours dans des parties correſpondantes, & ſituées à des diſtances égales du centre. Lorſque l'on ſera arrivé au milieu des côtés du cryſtal, les ſections voiſines ſe toucheront; &, paſſé ce terme, elles s'entrecouperont mutuellement: de manière que les triangles équilatéraux reſteront incomplets dans leurs ſommets, & ſe changeront en exagones, tels que *abcdfe* (*fig.* 2). Dans les ſections ultérieures, les petits côtés *ab*, *cd*, *fe* de ces exagones

(1) La véritable meſure de cet angle eſt de 54° 44', comme il eſt facile de s'en convaincre par le calcul, d'après la diſpoſition du noyau.

s'accroîtront par degrés ; & il y aura un point où l'exagone deviendra régulier comme *hopsri*. Si l'on continue les ſections au-delà de ce point, les côtés *op*, *sr*, *ih* de l'exagone deviendront, à leur tour, les grands côtés, & iront toujours en augmentant ; en ſorte qu'enfin la figure paſſera au triangle équilatéral *gnm* ; &, à ce terme, le noyau du cube ſera découvert, & ſe préſentera ſous la forme d'un octaèdre à faces triangulaires équilatérales. On peut encore faire dans ce noyau des ſections parallèles à ſes différentes faces ; chacune même des lames compoſantes du cryſtal dont il s'agit (& il en faut dire autant de tous les autres cryſtaux) peut auſſi être ſous-diviſée par des coupes parallèles aux faces du noyau. Mais comme la ſtructure du ſpath phoſphorique préſente une difficulté à réſoudre, par rapport aux parties dont il ſe trouve compoſé en dernier réſultat, lorſqu'on pouſſe la diviſion mécanique auſſi loin qu'elle puiſſe aller, je me borne, pour le moment, à la conſidération du noyau octaèdre que l'on en retire par les ſections déſignées. Au fond, la forme du noyau exiſte par-tout dans le cryſtal, puiſqu'il n'y a aucun endroit où l'on ne puiſſe faire des ſections parallèles aux faces d'un octaèdre. Mais la manière d'opérer que j'ai indiquée, me

Digitized by Google

paroît jetter plus de jour sur la structure des cryſtaux, en faisant envisager la forme primitive comme une partie fondamentale commune à tous les cryſtaux d'un même genre, dont elle occupe le milieu, & autour de laquelle tout le reſte de la matière cryſtalline se trouve combiné de diverses manières, selon les différentes variétés du cryſtal.

6. Je ne prétends pas qu'un cube de spath phosphorique ait commencé par un octaèdre d'un volume proportionné au sien, & qui auroit passé ensuite à la forme du cube par une addition de lames, les unes exagones, les autres triangulaires. Les plus petits cryſtaux que l'on puisse appercevoir, à l'aide du microscope, sur une gangue de spath fluor, ont déjà la forme cubique, & se seroient sans doute accrus par des superpositions de couches successives à surfaces quarrées, si les circonstances eussent été favorables à cet accroissement. La distinction de ces couches se manifeste dans plusieurs cryſtaux par la diversité de leurs teintes ou de leurs degrés de transparence. Je crois donc que l'opération de la Nature est déterminée, dès le premier instant, en vertu des loix de la Cryſtallisation, à produire des cryſtaux cubiques imperceptibles, dont chacun renferme déjà, comme noyau, un petit

octaèdre, lequel s'accroît en même temps que le cryſtal entier, avec lequel il conſerve toujours le même rapport en ſolidité & en ſurface. Ainſi, quand je parlerai des lames appliquées ſur le noyau d'un cryſtal, je ne conſidérerai la choſe que du côté de la ſtructure de ce cryſtal, ſans aucun égard à ſa formation. Les vues ſur leſquelles eſt fondée cette diſtinction, ſeront développées davantage par la ſuite, ainſi que la manière dont il me paroît que l'accroiſſement des cryſtaux ſe combine avec leur ſtructure.

ARTICLE II.

Des loix de décroiſſement auxquelles ſont aſſujetties les lames compoſantes des cryſtaux, conſidérées dans le paſſage de la forme primitive aux formes ſecondaires.

7. L'EXISTENCE de la forme primitive, dans chacun des cryſtaux ſecondaires, peut déjà nous aider à entrevoir la vérité d'un fait qui a été avancé par pluſieurs Auteurs, mais ſans qu'on en ait apporté aucune preuve claire & ſenſible: c'eſt que toutes les variétés d'un même cryſtal ſont originaires d'une forme unique, qui ſe modifie de différentes manières, ſelon

les divers changemens que des circonſtances particulières apportent dans la loi primitive de la Cryſtalliſation. Je vais eſſayer de mettre le fait dont il s'agit dans tout ſon jour, en conſidérant la ſtructure des parties ſurajoutées au noyau dans les cryſtaux de forme ſecondaire. Cet examen tend à éclaircir un des points les plus importans de la théorie des cryſtaux, puiſqu'il nous conduit à établir, par rapport à leurs lames compoſantes, des loix de décroiſſement, d'après leſquelles on peut déterminer d'une manière préciſe la figure de leurs molécules conſtituantes, & calculer, auſſi rigoureuſement qu'un objet de cette nature puiſſe le permettre, la valeur des angles plans ou ſolides de toutes les formes tant primitives que ſecondaires.

8. Propoſons-nous d'abord un exemple tiré d'une cryſtalliſation très-ſimple. Concevons un cube qui ne puiſſe être diviſé nettement que par des ſections parallèles à ſes faces; ſuppoſons de plus ſix pyramides droites quadrangulaires, toutes de même hauteur, dont les baſes quarrées, égales aux faces du cube, repoſent ſur ces mêmes faces: le ſolide alors ſe trouvera changé en un autre qui aura vingt-quatre faces triangulaires, compoſées de la ſomme des rebords de toutes les lames décroiſ-

Digitized by Google

ſantes, dont les pyramides ſont cenſées être l'aſſemblage. L'axe de ces pyramides pourra varier en hauteur, ſelon que les décroiſſemens ſuivront une loi plus ou moins rapide; & ſi l'on imagine que cette loi ſoit telle qu'il eſt néceſſaire pour que les faces adjacentes des pyramides voiſines ſe trouvent deux à deux ſur le même plan, le nombre des faces ſera réduit à moitié, & l'on aura un ſolide dodécaèdre (*Pl. I, fig. 3*) à plans rhombes tous ſemblables & égaux entr'eux, avec un noyau de forme cubique. Je déterminerai plus bas la loi de décroiſſement qui a lieu dans le cas du niveau des faces adjacentes dont je viens de parler.

En ſuppoſant le dodécaèdre diviſible, il ſeroit facile de détacher ſucceſſivement toutes les lames décroiſſantes appliquées ſur le noyau; & comme ces lames ne peuvent être ſous-diviſées que par des ſections parallèles aux faces de ce même noyau (5), ces ſections faites à des diſtances convenables, partageront chacune des lames compoſantes en un certain nombre de cubes parfaits, excepté que, ſur les côtés de ces lames, il ne ſemblera y avoir que des portions de cubes, à cauſe de l'inclinaiſon des rebords qui compoſent les faces des pyramides. Ce défaut appa-

Digitized by Google

rent d'uniformité dans la ſtructure du cryſtal, fait naître une difficulté dont je donnerai bientôt la ſolution.

Nous avons des cryſtaux de la forme que je viens de décrire, qui ſont trop durs pour être diviſés, mais dont la ſtructure s'annonce par des ſtries ou cannelures parallèles aux baſes *ad*, *do*, *oe*, *ae*, &c., des pyramides ſurajoutées au noyau. La nature de ces cryſtaux n'eſt pas encore bien déterminée (1). Le grenat dodécaèdre a cette même forme, mais avec une ſtructure toute différente; & ce ne ſera pas la ſeule fois que nous verrons des cryſtaux entièrement ſemblables à l'extérieur, formés par des molécules qui diffèrent ſenſiblement entr'elles, ſoit pour leur figure, ſoit pour leur arrangement.

(1) Je préſume que ces cryſtaux ſont de la même nature que l'hyacinthe de couleur brune, qui ſe trouve parmi les produits du Véſuve; car cette dernière s'explique très-naturellement par une ſuperpoſition de lames quarrées appliquées ſur deux faces oppoſées d'un cube ou d'un parallélipipède rectangle, & qui décroiſſent dans leurs angles par deux rangées de molécules. Les angles qui réſultent de ce décroiſſement ſont parfaitement égaux à ceux que donne l'obſervation. Mais ce n'eſt ici qu'une conjecture, qui a beſoin d'être appuyée par de nouveaux faits.

Digitized by Google

9. Les lames appliquées sur le noyau peuvent décroître, non-seulement vers leurs bords, mais aussi vers leurs angles; ce qui jette une grande variété dans les formes des cryſtaux ſecondaires. Eclairciſſons ceci par un nouvel exemple tiré du ſel marin octaèdre. On connoît maintenant des cryſtaux factices de cette figure, que M. Rouelle a obtenue le premier, en faiſant cryſtalliſer le ſel dont il s'agit (1).

Soit donc *abcds* (*fig.* 4) un octaèdre de ſel marin: on ne peut diviſer cet octaèdre qu'en faiſant des ſections *orgt* parallèles aux baſes communes des pyramides quadrangulaires dont l'octaèdre eſt formé. Les lames que l'on détache d'abord en partant de la pointe des angles ſolides, ont des figures quarrées, qui vont en croiſſant uniformément vers le centre du cryſtal. Il eſt de plus évident que les rebords de ces lames, en ſuppoſant que celles-ci aient une certaine épaiſſeur, ſont inclinés par rapport à leurs grandes faces.

(1) Je ne prétends pas examiner ſi la forme octaèdre de ce ſel dépend ou non de quelque principe particulier, qui auroit influé ſur ſa cryſtalliſation; il ſuffit, pour mon objet, que ce ſel ſe diviſe en cubes auſſi nets & auſſi bien prononcés que ceux qu'on retire du ſel marin ordinaire.

Digitized by Google

Si l'on fait des ſections ſemblables ſucceſſivement ſur les ſix angles ſolides de l'octaèdre, lorſqu'on aura paſſé le milieu des arètes où les plans coupans ſe touchent, les ſections voiſines anticipant les unes ſur les autres, feront diſparoître les quatre angles des quarrés, qui ſe changeront en octogones, tels que *m r t u f p ʒ x* (*fig.* 6). Dans les ſections ultérieures, les côtés *m x*, *ʒ p*, *f u*, *r t*, de ces octogones iront en décroiſſant juſqu'à ce qu'enfin l'octogone ſoit revenu à la figure quarrée; &, à ce terme, le noyau cubique du cryſtal paroîtra à découvert.

Si l'on ſous-diviſe les lames quarrées que l'on avoit détachées d'abord, les lignes de ſection s'entrecouperont de manière à former des quarrés entiers vers le milieu des lames, & des triangles rectangles iſocèles ſur les bords, comme on le voit *fig.* 5. Les ſections faites pareillement dans les lames octogones, produiront un aſſortiment de quarrés & de triangles, diſpoſés comme le repréſente la *fig.* 6; en ſorte que les lames quarrées que l'on pourra détacher du noyau, ſeront les ſeules qui aient leurs ſurfaces uniquement compoſées de petits quarrés. Pour avoir maintenant les décroiſſemens des lames par les angles, il ne faut que reprendre ces lames dans un ordre

Digitized by Google

contraire à celui que je viens d'indiquer pour la diviſion du cryſtal, c'eſt-à-dire, en allant du noyau à la ſurface de l'octaèdre.

10. Les joints qui réſultent de cette diviſion ſemblent annoncer, dans la ſtructure du cryſtal, un défaut d'uniformité encore plus marqué que celui qui paroît avoir lieu par rapport au cryſtal dodécaèdre dont j'ai parlé précédemment; car, dans celui-ci, les ſurfaces des lames de ſuperpoſition ſont uniquement compoſées de figures toutes ſemblables entr'elles; il n'y a que l'inclinaiſon qu'on obſerve dans les rebords de ces lames qui puiſſe faire quelqu'embarras. Mais le cryſtal octaèdre préſente encore, outre cette inclinaiſon, un mélange de quarrés & de triangles iſocèles ſur les grandes faces des lames, ſans qu'il ſoit poſſible de ſous-diviſer mécaniquement aucun des quarrés en deux triangles; ce qui ſembleroit lever au moins en partie la difficulté.

11. Il n'y a peut-être point de cryſtal ſecondaire dont la ſtructure ne ſoit ſujette à l'une ou l'autre de ces eſpèces d'irrégularités : dans pluſieurs même, on les obſerve toutes les deux à-la-fois; en ſorte que ſi l'on s'en tient aux ſimples apparences, il ne ſemble pas qu'il ſoit poſſible de concilier les faits clairs &

Digitized by Google

ſenſibles auxquels conduit l'obſervation, avec cette unité que tout nous porte à admettre dans la compoſition des corps qui appartiennent à une même ſubſtance. L'analogie ſeule qu'établit entre ces corps l'exiſtence d'une forme primitive commune renfermée dans chacun d'eux, fait ſoupçonner entre les parties mêmes qui enveloppent le noyau, un rapport de figure plus parfait que celui qu'indique le premier apperçu de la ſtructure.

On ne peut pas dire que les vraies molécules conſtituantes des cryſtaux ſoient ſemblables aux portions qui paroiſſent manquer dans les petits cryſtaux ſitués ſur le bord des lames de ſuperpoſition ; en ſorte que chaque cryſtal ſeroit compoſé ultérieurement de parties de la même figure que celles qui ſe trouveroient ſupprimées : car, comme il arrive aſſez ſouvent que, dans un même cryſtal, les lames décroiſſent les unes par leurs bords, & les autres par leurs angles, ainſi que je l'ai dit plus haut, il eſt aiſé de voir que les parties ſouſtraites d'une part, ne peuvent reſſembler à celles qui manqueroient de l'autre. Or, je le répète, il eſt contre toute vraiſemblance d'admettre pour molécules conſtituantes d'un minéral, des corps de pluſieurs formes différentes.

Digitized by Google

12. L'hypothèse que j'ai adoptée pour résoudre la difficulté dont il s'agit, est, si je ne me trompe, beaucoup plus simple, plus naturelle, & se trouve d'ailleurs confirmée par l'observation & par le calcul. Elle consiste à admettre dans le décroissement des lames de superposition, des soustractions de molécules ou de cryſtaux parfaitement semblables à ceux dont le noyau est composé, c'est-à-dire, que chaque lame aura vers ses bords ou vers ses angles une ou deux rangées de molécules constituantes de moins que la lame placée immédiatement au-dessous; car j'ai observé tantôt l'une & tantôt l'autre de ces loix de décroissement (1).

Supposons, par exemple, que dans le dodécaèdre à plans rhombes dont j'ai expliqué ci-dessus la structure, une des faces du noyau cubique soit représentée par le quarré ADCB (*fig.* 7), les deux grandes faces de la première lame de superposition par le quarré *c l m n*, celles de la seconde par *o p q s*, &c. Il est évident que les décroissemens se feront par des soustractions d'une simple rangée de mo-

(1) Il se trouve aussi des cryſtaux dans lesquels les lames décroissent par des soustractions de trois rangées de molécules: mais ce cas est rare.

lécules

lécules d'une figure exactement cubique ; ce qui eſt, dans le cas préſent, la loi que ſubiſſent les lames du cryſtal, comme je le prouverai plus bas.

Si au contraire les ſurfaces citées étoient repréſentées ſucceſſivement par les quarrés ADCB, *opqs*, *uzδx*, &c., alors les décroiſſemens ſe feroient par des ſouſtractions d'une double rangée de molécules ; & la loi de ces décroiſſemens ayant une action une fois plus rapide que dans le cas précédent, la hauteur des pyramides ſuperpoſées ſur le noyau ne ſeroit que la moitié de ce qu'elle eſt dans le dodécaèdre à plans rhombes. Dans l'un & l'autre cas, les faces du cryſtal ſecondaire ne ſeront que la ſomme de toutes les arêtes ſaillantes AD, *cl*, *op*, &c, qui, étant preſqu'infiniment rapprochées, à cauſe de l'extrême petiteſſe des molécules conſtituantes, s'offriront ſous l'aſpect d'un plan continu. Mais, dans la réalité, ces faces ſeront ſillonnées par une multitude de ſtries ou de cannelures, nulles pour nos ſens, ſi le travail de la Nature a acquis tout le fini dont il eſt ſuſceptible : car lorſque la cryſtalliſation aura été gênée par quelque cauſe accidentelle, & que les décroiſſemens des lames ne ſe feront pas faits par des degrés parfaitement égaux, il pourra

y avoir sur les faces du cryſtal des irrégularités qui ſe manifeſteront par des ſtries ſenſibles ; & c'eſt ce qu'on obſerve en effet ſur un aſſez grand nombre de cryſtaux, & en particulier ſur ceux dont il s'agit ici.

13. Paſſons maintenant aux décroiſſemens qui ſe font vers les angles des lames, comme dans le cryſtal de ſel marin octaèdre. Une des faces du noyau étant toujours repréſentée par le quarré ABCD (*fig.* 7), ſi l'on ſuppoſe que les décroiſſemens dont je parle ſe faſſent par des ſouſtractions d'une ſimple rangée de molécules, ce qui eſt le cas de l'octaèdre dont il s'agit, comme on le verra bientôt, il n'y aura de ſupprimé, vers l'angle A, par exemple, à la première ſouſtraction, que le cube auquel appartient la petite face A*acb* ; à la ſeconde ſouſtraction, les deux cubes indiqués par *adrc*, *bcie*, ſe trouveront ſupprimés ; à la troiſième, les trois cubes dont les faces ſupérieures ſont *dfvr*, *croi*, *eiyg*, & ainſi de ſuite : en ſorte que les rebords des lames de ſuperpoſition ſeront compoſés ſucceſſivement des arêtes terminées par les points *a*, *b* ; *d*, *c*, *e* ; *f*, *r*, *i*, *g* ; *k*, *v*, *o*, *y*, *h*, &c. ; & comme les molécules conſtituantes ſont d'une fineſſe extrême, & que les points dont il s'agit ſont diſpoſés ſur des lignes

Digitized by Google

droites *ab*, *de*, *fg*, *kh*, &c. (ce qu'il faut bien obſerver), les faces du cryſtal qui ſeront compoſées de la ſomme des arêtes auxquelles appartiennent ces points, paroîtront, comme dans le premier cas, former un plan continu, quoique ce plan ſoit réellement tout hériſſé d'autant de petites aſpérités, qu'il y aura d'arêtes ſaillantes. Enfin, comme il n'arrive pas toujours que toutes les conditions requiſes pour une cryſtalliſation parfaitement régulière ſe rencontrent à-la-fois, le défaut de quelqu'une de ces circonſtances produira néceſſairement, dans la matière cryſtalline, une diſtribution inégale; en ſorte que les ſaillies dont j'ai parlé venant à ſe grouper en une multitude d'endroits, pourront devenir ſenſibles, comme elles le ſont en effet, lorſqu'on examine, à l'aide d'une loupe, les ſurfaces de pluſieurs des cryſtaux ſecondaires, où les décroiſſemens ſe font par les angles.

S'il y a deux rangées de molécules ſouſtraites ſur les angles de chaque lame, alors les rebords des lames de ſuperpoſition ſe trouveront alignés ſucceſſivement ſuivant les droites *de*, *kh*, &c.; & ſi l'on fait attention à la profondeur & à la figure des vuides que doivent laiſſer, dans ce cas, les molécules ſouſtraites, on concevra qu'il doit y avoir,

non-seulement de simples aspérités produites par les lignes anguleuses, telles que *drcie*, mais même des enfoncemens alignés dans le même sens que les stries dont j'ai parlé plus haut. Aussi apperçoit-on quelquefois, dans ce même cas, de petites cannelures transversales, comme je le dirai en expliquant la structure des cristaux dont les faces offrent des indices de ces petites inégalités.

14. Remarquons que quand il ne se fait sur les angles des lames que des soustractions d'une simple rangée de molécules, l'excès d'une lame sur l'autre est mesuré à chaque angle par la moitié A*t* (*fig.* 7) de la diagonale d'une des faces de ces molécules: au lieu que dans le cas d'une soustraction par deux rangées de molécules, le même excès est mesuré par la diagonale entière A*c*. Dans les décroissemens qui se font sur les bords des lames, il est clair que l'excès d'une lame sur l'autre a pour mesure la largeur *a c* d'une des petites faces des molécules constituantes, ou le double *ai* de cette largeur, selon que les soustractions se font par une ou par deux rangées de ces molécules. Cette observation est importante pour la suite.

Les sections que nous faisons dans les cristaux nous trompent donc sur un point essentiel

de leur véritable ſtructure, en nous offrant des parties qui paroiſſent différer les unes des autres. La dernière de ces parties que nous puiſſions détacher & appercevoir, eſt encore compoſée; à meſure que nous multiplions les coupes, les triangles diſpoſés ſur les bords des lames deviennent plus petits; & enfin nous les verrions s'évanouir entièrement, ſi nos inſtrumens étoient aſſez délicats & nos organes aſſez parfaits pour nous permettre de pouſſer la diviſion mécanique d'un cryſtal juſqu'au terme où elle ne nous laiſſeroit plus aucun point de partage à ſaiſir.

Cette théorie ſe trouve confirmée par les explications faciles & naturelles qu'elle fournit de certains faits ſinguliers que nous offre la Cryſtalliſation, & par l'accord qui ſe trouve entre les angles calculés d'après le décroiſſement des lames, & ceux qu'on obſerve ſur les cryſtaux eux-mêmes. C'eſt ce que je vais éclaircir par quelques applications ſimples aux cryſtaux dont j'ai déjà parlé dans cet article.

15. Le niveau des faces voiſines dans les pyramides diſpoſées autour du noyau cubique du cryſtal dodécaèdre à plans rhombes (8), eſt une ſuite néceſſaire de la loi de décroiſſement la plus ſimple, je veux dire celle qui ne ſuppoſe que des ſouſtractions d'une rangée

de molécules conſtituantes. Pour le prouver, ſoient *abcd*, *bfgc* (*fig.* 8) deux faces contiguës du noyau ; ſoit *ots* un triangle dont le côté *ot*, couché ſur le plan du quarré *bcgf*, meſure la quantité dont la face du noyau, repréſentée par ce quarré, dépaſſe vers chacun de ſes bords la première lame de ſuperpoſition ; ſoit *st* l'épaiſſeur de cette lame : le troiſième côté *os* ſera néceſſairement appliqué ſur l'une des faces rhomboïdales du cryſtal ſecondaire. Cela poſé, il eſt évident que l'on aura $ot = st$, puiſque chacune de ces lignes eſt égale au côté d'une des molécules conſtituantes, dans l'hypothèſe où il n'y a qu'une rangée de ces molécules qui ſoit ſouſtraite. Si l'on conçoit maintenant un ſecond triangle *ort* diſpoſé comme le premier, par rapport à la face *abcd*, on aura $ri = io = ot = ts$. De plus, on a *rt* parallèle à *io*, & *io* également parallèle à *ts* : donc ſi l'on mène la droite *it*, il ſera facile de voir que les quatre lignes dont il s'agit ont leurs extrémités ſupérieures ſur une même droite *ros* ; & comme on peut appliquer le même raiſonnement à toutes les autres lames de ſuperpoſition, il s'enſuit que la ligne *ros*, prolongée de part & d'autre du point *o*, tombera ſur toutes les arêtes de ces lames, & par conſéquent que les deux triangles adja-

Digitized by Google

cens, composés de la somme de ces arêtes, sont sur le même plan.

On observe un grand nombre de cryſtaux ſecondaires, dans leſquels les faces produites par les rebords des lames ſurajoutées au noyau, ſe trouvent deux à deux ſur le même plan, comme dans le cryſtal dodécaèdre dont il s'agit. Cette diſpoſition a d'abord quelque choſe de ſingulier : il ſemble plutôt que les faces adjacentes, dans les pyramides voiſines, devroient ſe préſenter ſous une multitude d'inclinaiſons différentes, & que le cas où elles ſe trouvent de niveau devroit arriver très-rarement. On conçoit à préſent comment ce même cas eſt au contraire ſi commun, puiſque les décroiſſemens dont il dépend ſont ceux qui ſe font ſuivant la loi la plus ſimple & la plus régulière de toutes.

16. Tout triangle faiſant la même fonction que le triangle *o s t*, ou *r i o* (*fig.* 8), prendra, dans le cours de cet Ouvrage, le nom de *triangle menſurateur*, parce qu'il ſert à meſurer la loi des décroiſſemens que ſubiſſent les lames de ſuperpoſition. Je ferai un uſage très-fréquent de ces ſortes de triangles, dont la poſition, ainſi que le rapport de leurs côtés, varient ſelon les circonſtances.

17. J'ai dit (14) que les meſures des angles

auxquelles on parvenoit à l'aide de la même théorie, s'accordoient avec celles que donnoit l'obſervation. Prenons pour exemple le ſel marin octaèdre, dont la ſtructure a été expliquée plus haut.

Soit *abp* (*fig. 9*) une des faces de l'octaèdre, *ar* la hauteur de la pyramide quadrangulaire à laquelle appartient cette même face. Ayant mené *ao* perpendiculaire ſur *bp*, la ligne *or* ſera elle-même perpendiculaire ſur *ar*; & le point *r* étant le milieu de la baſe quarrée de la pyramide, on aura $or = bo$.

Concevons que *nco* repréſente le triangle menſurateur, dans le cas préſent. *cn* ſera le côté d'une des molécules cubiques qui forment la première lame de ſuperpoſition; & comme les décroiſſemens ſe font ici par les angles de ces lames, *oc* ſera égal à la diagonale entière d'une des faces des molécules conſtituantes (14), ſi les ſouſtractions ont lieu par une double rangée de molécules, & ſimplement égal à la moitié de la même diagonale, s'il n'y a qu'une rangée de ſouſtraite. Or, un coup-d'œil jetté ſur le cryſtal ſuffit pour faire juger que l'on a *cn* plus grand que *co*: donc il faudra ſuppoſer *co* égal à la moitié de la diagonale du quarré. Cela étant, ſoit $co = 1$; *cn* étant égal au côté du quarré,

Digitized by Google

on aura $cn = \sqrt{2}$. Or, à cauſe des triangles ſemblables cno, rao, on pourra faire auſſi $or = 1$, & $ar = \sqrt{2}$. Maintenant $\overline{ao}^2 = \overline{ar}^2 + \overline{or}^2 = 3$. De plus, $bo = or = 1$. Donc $ab = \sqrt{\overline{ao}^2 + \overline{bo}^2} = \sqrt{3 + 1} = 2$. D'ailleurs, il eſt évident que $bp = 2bo = 2$. D'où il ſuit que le triangle bap eſt non-ſeulement iſocèle, mais équilatéral; c'eſt-à-dire, que chacun des trois angles de ce triangle eſt de 60°. Or, l'obſervation donne les mêmes angles; d'où il réſulte que la loi de décroiſſement ſuppoſée eſt celle qui a lieu dans la formation du cryſtal.

18. La préciſion avec laquelle on trouve, à l'aide de la théorie que je propoſe, les angles exprimés en nombres ronds, & déjà déterminés d'une manière infiniment probable par l'inſpection ſeule de la forme, comme ceux de l'octaèdre à faces équilatérales; cette préciſion, dis-je, aſſure les réſultats du calcul, lorſqu'on applique celui-ci à des angles qui ne peuvent être exprimés que par des degrés joints à des minutes, ſecondes, & autres parties aliquotes du degré. Nous aurons ſouvent occaſion, dans la ſuite de cet Ouvrage, de rencontrer de ces évaluations fractionnaires.

Digitized by Google

On verra auſſi que la même théorie conduit à déterminer le rapport des diverſes dimenſions des molécules conſtituantes, lorſque ce rapport n'eſt point indiqué par la ſtructure des cryſtaux.

19. Quoique je n'aie obſervé juſqu'ici que des décroiſſemens qui ſe font par des ſouſtractions d'une ou de deux rangées de molécules, & quelquefois de trois rangées, mais très-rarement, il eſt poſſible qu'il ſe trouve des cryſtaux dans leſquels il y ait quatre ou cinq rangées de molécules ſupprimées à chaque décroiſſement, & même un plus grand nombre encore. Mais ces cas me ſemblent devoir être plus rares, à proportion que le nombre des rangées ſouſtraites ſera plus conſidérable, parce que la formation du cryſtal s'écarte alors d'autant plus de la loi de décroiſſement la plus ſimple & la plus régulière, que nous avons vu être en même temps la plus ordinaire.

Il réſulte de tout ce qui précède, qu'un cryſtal ſecondaire eſt ſuſceptible d'autant de formes différentes, que ſes lames compoſantes peuvent ſubir de décroiſſemens divers dans leurs bords ou dans leurs angles, de manière que les côtés ou les pointes des petites molécules qui termineront ces lames, ſe trouvent

Digitized by Google

de niveau. On conçoit donc comment le nombre des formes ſecondaires eſt néceſſairement limité, quoiqu'en ſe permettant de mutiler à volonté un cryſtal, ſans aucun égard à ſa ſtructure, on puiſſe concevoir pour une même ſorte de ſubſtance une infinité de formes diverſes.

ARTICLE III.

Application aux Cryſtaux de ſpath calcaire.

20. LA matière calcaire eſt ſi généralement répandue dans l'intérieur du globe, & en même temps ſi ſuſceptible, à raiſon de ſon peu de dureté, d'être attaquée par l'eau qui en détache & en entraîne les molécules dans ſon cours, que l'on ne doit pas être ſurpris de la grande quantité de cryſtaux de cette nature que renferment les cavités ſouterraines. Ici, comme dans pluſieurs autres parties des règnes de la Nature, la variété ſemble le diſputer à l'abondance. Il eſt peu de genres de cryſtaux où la Géométrie trouve plus à s'exercer, & où ces eſpèces d'enveloppes régulières, qui déguiſent la forme du cryſtal primitif, aient été modifiées de tant de manières différentes. Les joints des parties qui ont concouru à

Digitized by Google

l'accroiſſement du ſpath ſont d'ailleurs faciles à ſaiſir ; les coupes que l'on tente d'y faire, en ſuivant ces mêmes joints, ſont nettes, d'un poli vif & brillant, qui ne laiſſe aucune équivoque ſur la ſtructure du cryſtal, quoique ſouvent compliquée. Auſſi ſuis-je redevable d'une grande partie des faits qui ſervent de fondemens à la théorie que j'ai propoſée, aux obſervations que j'ai faites ſur ce genre de cryſtaux, où l'on trouve à-la-fois tout ce qui peut favoriſer des recherches de cette nature, l'abondance de la matière & la facilité des opérations.

Forme primitive.

SPATH CALCAIRE RHOMBOÏDAL, connu ſous le nom de *ſpath d'Iſlande*. Spath calcaire rhomboïdal obtus. DAUBENTON, *Tableau minéralogique*.

Développement. 6 rhombes égaux & ſemblables entr'eux, tels que *a b c d* (*Pl. II, fig.* 10); le grand angle *b a d* = 101° 32′ 13″; & par conſéquent le petit angle *a d c* = 78° 27′ 47″.

21. Ce cryſtal étant la forme primitive du genre, ne peut ſe diviſer que par des ſections parallèles à ſes faces (5); ce qui donne de petits rhomboïdes ſemblables entr'eux, & au rhomboïde entier. Quant aux angles du rhombe,

Digitized by Google

je les ai déterminés par le calcul, d'après la ſtructure du ſpath calcaire en priſme à ſix pans, terminé par deux faces exagones, comme je l'expliquerai plus bas. Les valeurs trouvées ne diffèrent que de 2′ 13″ de celles qui ſont indiquées par M. de la Hire (*a*); car, ſelon ce Savant, le grand angle du ſpath d'Iſlande eſt de 101° 30′.

Newton, qui a donné une explication de la double réfraction ſi connue de la lumière à travers ce même ſpath, aſſigne pour la valeur du grand angle 101° 52′ (*b*). Ces différences viennent ſans doute de ce que l'on n'a encore déterminé les angles dont il s'agit qu'en les meſurant immédiatement ſur le cryſtal même, ou en meſurant les deux diagonales du rhombe, pour déduire de leur rapport la valeur des angles.

Forme ſecondaire.

SPATH CALCAIRE RHOMBOÏDAL A SOMMETS TRÈS OBTUS. Spath calcaire rhomboïdal lenticulaire. DAUBENTON, *Tableau minér.*

Développement. 6 rhombes égaux & ſemblables entr'eux, tels que *g f p o* (*fig.* 11),

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, ann. 1710, p. 679, édit. in-12.

(*b*) *Newtonis Optice*, Quæſtio XXV.

Digitized by Google

dont le grand angle $fgo = 114° 18' 56''$, & le petit angle $gop = 65° 41' 4''$.

22. La même ſubſtance, qui prend la forme rhomboïdale du ſpath d'Iſlande, dans le cas de la cryſtalliſation la plus parfaite, nous offre encore, parmi ſes diverſes modifications, deux autres rhomboïdes, l'un à ſommets très-obtus, qui fait le ſujet de cet article, & l'autre à ſommets aigus, qui ſera décrit dans la ſuite.

Concevons que les trois plans rhombes *hcai*, *hcib*, *caot* (*fig.* 12), repréſentent les trois faces ſupérieures d'un cryſtal de la forme de celui dont il s'agit ici. Si l'on eſſaye de diviſer ce cryſtal à l'aide d'un inſtrument tranchant ſitué obliquement ſur l'une des arêtes, telle que *ct*, & dirigé de manière qu'il paſſe par des lignes *px*, *pl*, parallèles aux diagonales *cb*, *co*, on détachera d'abord une pyramide oblique à trois faces, dont la baſe *xpl* ſera la coupe même faite dans le cryſtal. Si l'on continue la diviſion, toujours ſuivant des directions parallèles, on détachera des lames triangulaires qui iront en croiſſant uniformément, & dont les grandes faces ſeront ſemblables au triangle *xpl*. On voit aiſément que la pyramide détachée par la première ſection, n'eſt elle-même qu'un compoſé de lames triangulaires, telles que celles

dont je viens de parler, & que l'on enleveroit les unes après les autres, en diviſant depuis la baſe *x p l* de cette pyramide juſqu'à ſon ſommet *t*. L'angle ſupérieur *p* de toutes ces lames eſt égal au grand angle *b a d* (*fig.* 10) du ſpath d'Iſlande.

Si l'on fait alternativement des ſections ſemblables ſur les ſix arêtes du cryſtal, lorſqu'on ſera parvenu au milieu des côtés *h b*, *b t*, *t o*, &c, (*fig.* 12), les facettes triangulaires produites par le retranchement des angles ſolides, ſe toucheront par leurs angles latéraux; & ſi l'on continue la diviſion au-delà de ces points, & toujours ſur les ſix arêtes, les triangles, tels que *x p l* (*fig.* 15), anticipant alors les uns ſur les autres par leurs angles *x*, *l*, ſe changeront en pentagones *p u t h f*, dont la baſe *t h* décroîtra, tandis que les côtés *u t*, *f h*, iront en augmentant; en ſorte que le pentagone parviendra par degrés à la figure du rhombe *p b e i*, & à ce terme le noyau rhomboïdal paroîtra à découvert.

En frappant ſur les lames triangulaires ou pentagonales que l'on a détachées à chaque ſection, on voit ces lames ſe diviſer en petits rhomboïdes tous ſemblables au noyau; & ſi l'on imagine la diviſion pouſſée aſſez loin pour que les rhombes *p a c d*, *a r s c*, &c. repré-

ſentent les faces des molécules conſtituantes, on concevra (13) que les petits eſpaces triangulaires *tgm*, *nqh*, &c., diſpoſés ſur la baſe des lames, ſont reſtés vuides par la ſouſtraction des molécules qui auroient completté ces lames, dans le cas d'une cryſtalliſation plus parfaite. Cette ſtructure eſt indiquée à l'extérieur par des ſtries ou ſillons, qui ont exactement les mêmes directions que les lignes *bc*, *oc*, *gd*, *fd*, &c. (*fig.* 12). On verra bientôt la raiſon de ces ſtries.

Examinons maintenant, dans un plus grand détail, les différens états par leſquels paſſent ſucceſſivement les lames de ſuperpoſition. Il eſt aiſé de voir d'abord, d'après la ſtructure du cryſtal, que les ſurfaces compoſées de la ſomme des bords ſupérieurs *bc*, *oc*, *gd*, *fd*, &c., de ces mêmes lames, ſe trouvent deux à deux ſur le même plan. En appliquant ici le raiſonnement que nous avons fait (15) par rapport au dodécaèdre rhomboïdal, dont les molécules ſont des cubes, on en conclura que les lames de ſuperpoſition du ſpath dont il s'agit décroiſſent dans leurs bords ſupérieurs par des ſouſtractions d'une ſimple rangée de rhomboïdes. Ce ſont ces décroiſſemens qui occaſionnent les ſtries dont j'ai parlé.

Les côtés *ut*, *fh*, &c. (*fig.* 15), des pentagones

tagones vont au contraire en croiſſant depuis le noyau, puiſque le cryſtal lui-même continue de croître dans les parties qui correſpondent à ces côtés. Or, il eſt facile de concevoir que ces accroiſſemens ſe font de la même manière que dans un rhomboïde ſimple de ſpath d'Iſlande, qui augmenteroit en volume ſans changer de forme. Il n'y a donc nulle difficulté à cet égard.

Quant aux baſes inférieures, ſoit des pentagones, ſoit des triangles, elles reſtent conſtamment ſur le même plan ſans décroître; en ſorte que ſi l'on conçoit qu'une des faces du noyau ſoit repréſentée par le rhombe *a b c d* (*fig.* 14), la ſurface ſupérieure de la première lame de ſuperpoſition ſera ſituée comme le pentagone *f e g h n*, celle de la ſeconde comme le pentagone *r i k m t*, & ainſi de ſuite.

Pour prouver que les lames de ſuperpoſition ſont conſtantes par leurs baſes, j'obſerve d'abord que le cryſtal peut être également diviſé dans le ſens des petites diagonales *c b*, *c o*, *d g*, &c. (*fig.* 12), & dans le ſens des lignes *h t*, *m s*, &c., qui coupent les premières à angle droit. Ces ſecondes coupes ne ſont que les prolongemens de celles que l'on peut faire dans la partie inférieure du cryſtal, parallèlement aux petites diagonales des trois faces qui appar-

tiennent à cette même partie. Soit *h m s t* le rebord inférieur ou la baſe d'une des lames triangulaires que l'on détacheroit par une ſection faite dans le ſecond ſens ; ſoit *r ϛ* ou *e k* l'arête extérieure d'un des petits rhomboïdes qui occupent le rebord dont il s'agit : d'après la ſtructure du cryſtal, l'arête *c b* ſe confond avec l'un des côtés du noyau ; donc cette arête eſt une ligne droite continue : d'où il ſuit que toutes les autres arêtes *d g*, *q y*, &c., ſont pareillement des lignes droites continues. D'ailleurs, toutes ces lignes ſont évidemment ſur un même plan. Donc tous les rebords *h m s t*, *m n x s*, &c., n'étant autre choſe que la ſomme des petites lignes *r ϛ*, *e k*, &c., qui ſont partie des lignes *c b*, *d g*, &c., ſont auſſi ſur un même plan, ſans qu'aucun dépaſſe l'autre. En appliquant le même raiſonnement à toutes les autres lames de ſuperpoſition, ſoit triangulaires, ſoit pentagonales, on concevra que les rebords inférieurs de ces lames ſont tous de niveau, ainſi que je l'ai annoncé.

La ſtructure du ſpath que nous conſidérons ici, eſt une des plus favorables pour prouver la théorie que j'ai propoſée ; car les ſtries qui ſillonnent les faces du rhomboïde ſont ſi nettes & ſi marquées ſur une multitude de cryſtaux de cette variété, qu'elles annoncent ſenſible-

Digitized by Google

ment les décroiſſemens des lames par les ſouſtractions que j'ai ſuppoſé ſe faire ſur les rebords correſpondans des mêmes lames. Mais il eſt aiſé de voir que ces ſtries ne peuvent pas exiſter, ſans que les rebords inférieurs ou les baſes des lames que l'on détacheroit par les ſections *ht*, *ms*, perpendiculaires aux lignes *cb*, *dg*, &c., ne ſoient eux-mêmes dentelés, puiſque ces rebords interceptent néceſſairement des petites portions de ſtries. Or, cette eſpèce de dentelure eſt diſpoſée préciſément de la manière qu'il eſt néceſſaire pour laiſſer vuides les petits eſpaces triangulaires ſitués à la baſe des lames dont le cryſtal eſt compoſé; d'où il réſulte que l'exiſtence des décroiſſemens ſur les rebords des lames, qui eſt indiquée par les ſtries, aſſure en quelque ſorte celle des décroiſſemens par les angles.

Quant aux angles plans de ce cryſtal, j'en renvoie le calcul, ainſi que celui des angles des cryſtaux qui vont ſuivre, à l'article où je traiterai du cryſtal qui m'a fourni des données pour évaluer les angles de ſpath d'Iſlande, parce que ceux-ci ſervent enſuite à déterminer les angles des autres cryſtaux calcaires.

Digitized by Google

SPATH CALCAIRE A SOMMETS TRÈS-OBTUS (*a*) ET A FACETTES TRIANGULAIRES (*fig.* 17). Spath calcaire rhomboïdal lenticulaire, avec ſix facettes triangulaires. DAUBENT. *Tableau minéral.*

Développement. Six pentagones égaux & ſemblables entr'eux, tels que *g h m n r* (*fig.* 11), & ſix triangles iſocèles *a b g* (*fig.* 13).

Angles du pentagone. $hgr = 114° 18' 56''$. $ghm = grn = 95° 32' 6''$. $hmn = rnm = 117° 18' 26''$.

Angles du triangle. $bag = 133° 12' 30''$. $abg = agb = 23° 23' 45''$.

23. Ce cryſtal n'eſt autre choſe qu'une variété du précédent, qu'il faut concevoir incomplet dans les ſix angles ſaillans du contour, à la place deſquels on obſerve ſix facettes ſurnuméraires, de figure triangulaire, ſituées verticalement, en ſuppoſant que l'axe du cryſtal ſoit lui-même dans une poſition verticale.

Nous avons vu (22) qu'en diviſant le ſpath rhomboïdal à ſommets très-obtus, on obtenoit des lames triangulaires juſqu'aux points où les plans coupans devenoient contigus les uns aux autres. Concevons que ces lames,

(*a*) C'eſt celui qu'on appelle vulgairement *ſpath calcaire en tête de clou.*

Digitized by Google

au lieu d'être conſtantes par leurs baſes, comme dans le ſpath que je viens de citer, aillent en décroiſſant uniformément vers ces mêmes baſes; de manière que les facettes triangulaires *a b g* (*fig.* 17), qui réſulteront de ces décroiſſemens, ſoient ſituées verticalement. Dans ce cas, les ſix grandes faces du cryſtal deviendront des pentagones *c a b r k*, *c a g p n*, &c., & l'on aura un ſolide ſemblable à celui dont il s'agit ici.

24. Cherchons maintenant la loi de décroiſſement qui a lieu dans le cas préſent. Soit *a b e d g h* (*fig.* 16), le noyau rhomboïdal du cryſtal. Soit *a b d g*, un quadrilatère formé par les petites diagonales *a g*, *b d*, de deux faces oppoſées *a c g h*, *b f d e*, de ce même noyau, & par les côtés *a b*, *d g*, compris entre ces diagonales. Concevons enfin que *n o m* ſoit le *triangle menſurateur* (16), dans lequel *n o* égale le côté d'un des petits rhomboïdes compoſans, & *n m* meſure la quantité dont l'une quelconque des lames triangulaires excède l'autre par ſa baſe. Or, cette ligne *n m* eſt dans la direction de la petite diagonale d'un des rhombes compoſans; donc puiſque les petits rhomboïdes, dont le cryſtal eſt l'aſſemblage, ſont ſitués par rapport au noyau de manière que toutes les dimenſions correſ-

pondantes ſont reſpectivement parallèles de part & d'autre, on aura *nm* parallèle à *ag*, *no* parallèle à *dg*; & à cauſe de la ſituation verticale des facettes triangulaires, *mo* ſera auſſi parallèle à l'axe *ad* du cryſtal. Donc le triangle *nom* eſt ſemblable au triangle *gda*; donc *dg* : *ag* :: *no* : *nm*. D'où l'on conclura aiſément que *nm* eſt la petite diagonale entière d'un des rhombes qui forment les faces des petits rhomboïdes compoſans; c'eſt-à-dire, que les décroiſſemens (14) des lames triangulaires ſurajoutées au noyau, ſe font par des ſouſtractions de deux rangées de molécules conſtituantes.

SPATH CALCAIRE A DOUZE FACES PENTAGONES (*fig.* 18). *Id.* DAUBENT. *Tab. minér.*

Développement. Six pentagones *g h m n r* (*fig.* 11), diſpoſés trois à trois à chaque ſommet du cryſtal. Six autres pentagones *r n t u k* (*fig.* 19), dont les angles ſupérieurs ſont ſitués alternativement en ſens contraire, & qui forment les faces latérales du cryſtal.

Angles du pentagone *ghmnr*. *hgr* = 114° 18′ 56″. *ghm* = *grn* = 95° 32′ 6″. *hmn* = *rnm* = 117° 18′ 26″.

Angles du pentagone *rntuk*. *nrk* = 133° 12′ 30″. *rnt* = *rku* = 113° 23′ 45″. *ntu* = *kut* = 90°.

Digitized by Google

25. Ce cryſtal ſe diviſe d'abord comme le ſpath à ſommets obtus & à facettes triangulaires (23), par des ſections obliques ſur les arêtes des pyramides, en lames triangulaires, dont le grand angle eſt de 101° 32′ 13″, juſqu'à ce qu'on ſoit arrivé aux points *m*, *n*, *k*, *e*, *ζ*, *x* (*fig.* 18), ou aux extrémités des baſes des pentagones qui forment les ſommets du cryſtal. Paſſé ces points, les lames triangulaires ſe changent en pentagones: & enfin lorſque les plans coupans ſe touchent, ce qui arrive quand les ſections tombent ſur les hauteurs *go*, *gp*, &c., des pentagones qui terminent le cryſtal, celui-ci ſe trouve changé en un autre, qui eſt auſſi à douze plans pentagones, mais dans lequel les faces des deux ſommets ſont diſpoſées en ſens contraire de celles du premier cryſtal. Le contour d'une de ces faces eſt repréſenté par le pentagone *g o c s p*. Si l'on continue la diviſion par des ſections parallèles à ces mêmes faces, les rectangles *n k u t* diminueront peu-à-peu en hauteur; & au point où ils auront entièrement diſparu, on aura un cryſtal ſemblable à un rhomboïde de ſpath d'Iſlande, mais incomplet dans les ſix angles ſolides du contour, qui ſeront remplacés par autant de facettes triangulaires iſocèles. Enfin, par des diviſions

Digitized by Google

ultérieures, on fera disparoître ces facettes, & l'on arrivera par degrés à un cryſtal complet de la forme du ſpath d'Iſlande, c'eſt-à-dire, au noyau du premier cryſtal dodécaèdre.

26. Pour tracer une des faces terminales *gocsp* (*fig.* 18), ou AHKDG (*fig.* 20), du cryſtal à douze faces pentagones qui ſe trouve engagé dans le premier, ſoit ABCE un rhombe ſemblable à celui du ſpath d'Iſlande. Par les points K, D, milieux des côtés BC, CE, faites paſſer la droite KD. Du milieu *r* de cette droite, menez *r*H, *r*G, parallèles aux côtés AE, AB. Enfin, des points d'interſection H, G, abaiſſez les droites HK, GD, ſur les extrémités de la ligne KD; la figure AHKDG ſera le pentagone cherché.

La ſtructure des lames dont les grandes faces ſont ſemblables à ce pentagone, eſt indiquée par les diviſions que préſente la figure. Il eſt aiſé de voir, d'après ce qui a été dit (24), que les rebords inférieurs de ces lames, ſur leſquels on doit concevoir que les petits eſpaces triangulaires K*af*, *fux*, *xzp*, &c., ſe trouvent vuides, décroiſſent, depuis le noyau, par des ſouſtractions de deux rangées de rhomboïdes. Quant aux rebords HK, GD, comme ils ſont partie des faces verticales qui réſultent, ainſi que je l'ai prouvé (24), d'une

Digitized by Google

loi de décroiſſement par des ſouſtractions d'une double rangée de molécules, ces rebords ne ſont compoſés que des arètes terminées par les points K, *c*, *g*, *s*, &c.; en ſorte que chacun des triangles K*ac*, *cng*, qui reſtent vuides de ce côté, correſpond toujours à deux molécules conſtituantes.

Enfin, lorſque l'on continue la diviſion ſur le rhomboïde incomplet de ſpath d'Iſlande dont j'ai parlé plus haut, le pentagone AHKDG revient par degrés à la figure du rhombe AH*r*G, qui repréſente une des faces du noyau, en paſſant par des figures eptagones AH*cfbd*G, AH*gxhm*G, &c.

27. Il y a ici une remarque importante à faire. On pourroit ſe tromper dans l'eſtimation des décroiſſements qui ſe font vers les baſes DK des pentagones de ſuperpoſition, en ne faiſant attention qu'à la diſtance de ces baſes par rapport à l'axe du cryſtal; car cette diſtance étant toujours la même, on en concluroit que les lames ſont conſtantes vers ces mêmes baſes. Les décroiſſemens, tels que je les conſidère, conſiſtent en ce que le rebord de chaque lame eſt réellement dépaſſé d'une certaine quantité par celui de la lame placée immédiatement au deſſous. En effet, ſi les rebords des lames étoient de niveau, tous

Digitized by Google

ces rebords ſe trouvant alors ſur le même plan que l'un quelconque d'entr'eux, qui eſt évidemment incliné, leur ſomme formeroit auſſi des ſurfaces inclinées, au lieu que celles dont il s'agit ſont verticales, en ſuppoſant que l'axe lui-même ait une ſituation perpendiculaire à l'horizon. Il réſulte de-là que, quand les rebords d'une pile de lames ſont diſpoſés en retraite par rapport aux faces du noyau, ces lames doivent être cenſées décroître vers les rebords dont il s'agit, quoiqu'à conſidérer leurs dimenſions abſolues, elles duſſent paroître conſtantes, lorſqu'elles augmentent d'un côté, à proportion qu'elles décroiſſent de l'autre.

La ſtructure du ſpath à douze plans pentagones, telle que je viens de l'expliquer, eſt très-différente de celle que lui a ſuppoſée M. Bergmann (*a*). Cet illuſtre Chymiſte compare le cryſtal dont il s'agit à un grenat dodécaèdre, dont les ſommets auroient leurs faces rhomboïdales tronquées par les trois angles extérieurs. Il attribue à ces deux cryſtaux la même formation; &, ſelon lui, l'un & l'autre réſulte de l'accumulation d'une

(*a*) *Opuſc. Phyſica & Chemica.* Upſal, 1780, vol. II, pag. 6.

Digitized by Google

multitude de pentagones égaux & ſemblables ſur les deux ſommets pyramidaux d'un ſolide rhomboïdal, qui auroit auſſi ſes faces tronquées par leurs trois angles extérieurs; ce qui change ces faces en des pentagones que l'Auteur appelle *plans fondamentaux*. Cette explication ſuppoſe d'abord que la forme originaire du grenat, & celle des ſpaths calcaires, ſont parfaitement ſemblables; & M. Bergmann avertit lui-même, dès le commencement de ſon Ouvrage, que ſon but eſt de ramener pluſieurs cryſtaux, du nombre deſquels eſt le grenat, à la forme du ſpath d'Iſlande, ou d'un parallélipipède dont l'angle obtus eſt de 101° 30′ pour chacune des faces. Or, le grand angle plan du grenat eſt, comme je le prouverai, de 109° 28′; ce qui établit d'abord une diſtinction très-ſenſible entre les formes primitives des deux genres de cryſtaux. La même explication ſuppoſe encore que l'angle au ſommet de chacun des pentagones qui terminent le cryſtal dont il s'agit ici, eſt égal au grand angle du ſpath d'Iſlande, quoiqu'il y ait entre ces deux angles une différence de près de 13°. D'ailleurs, ſelon M. Bergmann, les *plans fondamentaux* peuvent être tronqués : ce qui eſt contraire à l'obſervation. Enfin, il réſulteroit de l'explication

donnée par ce Savant, que le ſpath à douze plans pentagones pourroit être diviſé par des coupes nettes dans des ſens parallèles aux faces de ſes deux ſommets pyramidaux. Mais il en eſt tout autrement, comme on peut s'en convaincre par l'expérience, d'après ce que j'ai dit ci-deſſus.

SPATH CALCAIRE EN PRISME DROIT A SIX PANS, TERMINÉ PAR DEUX EXAGONES RÉGULIERS (*fig.* 21). Spath calcaire en priſme à ſix pans. DAUBENT. *Tabl. minér.*

La définition ſeule de ce cryſtal en indique le développement.

28. Le ſpath dont il s'agit eſt de tous les cryſtaux calcaires celui qui s'éloigne le plus du noyau rhomboïdal par ſa forme extérieure. Il a encore ceci de particulier, que rien n'indique, au premier aſpect, les côtés diviſibles du cryſtal. Pour parvenir à cette diviſion, il faut, après avoir incliné le plan coupant d'un angle de 45° ſur l'une des baſes exagones du priſme, faire une épreuve par rapport à deux côtés contigus de l'exagone, en dirigeant les ſections parallèlement à ces mêmes côtés. On s'appercevra qu'il n'y en a qu'un des deux ſur lequel on puiſſe détacher des lames nettes, & à ſurfaces polies. Suppoſons

Digitized by Google

que ce ſoit le côté *gd*, alors on opérera ſur les côtés *gd*, *cn*, *qz*, en paſſant les côtés intermédiaires *dc*, *nq*, *zg*; & pour diviſer le cryſtal dans ſa partie inférieure, on prendra les côtés *tf*, *he*, &c., qui ſont diſpoſés alternativement par rapport aux côtés de l'exagone ſupérieur. Cette alternative de diviſions vient de la ſituation du noyau, dont les faces répondent de part & d'autre à trois différens côtés des exagones qui forment la baſe du priſme.

Cela poſé, les lames que l'on détachera d'abord ſeront des trapèzes tels que *amro*, dont la hauteur ira toujours en croiſſant, ſi l'on ſuppoſe que le priſme lui-même ait aſſez de hauteur pour que les ſections ſupérieures ne ſe confondent pas avec les inférieures; c'eſt-à-dire, pour que les points *m*, *r*, *b*, *k*, reſtent toujours diſtingués, tant que les plans coupans ne paſſeront point par l'axe du priſme. On peut juger, par la ſeule inſpection du trapèze HGDK (*fig.* 20), de la ſtructure de tous ceux dont il s'agit, en obſervant toujours que les eſpaces triangulaires ſont vuides ſur les quatre côtés du trapèze.

Au-delà des points *a*, *o*, *y* (*fig.* 21), où les ſections voiſines ſe touchent, les trapèzes anticipant les uns ſur les autres par leurs

angles supérieurs, deviennent des exagones, tels que *esKDvi* (*fig.* 20), qui parviennent par degrés à la figure d'un pentagone semblable à AHKDG, & dont le sommet est sur la ligne HG. A ce terme, on a un solide à douze plans pentagones, entièrement semblable à celui que l'on retire (25) du spath calcaire décrit dans l'article précédent, & qu'il faut diviser de la même manière, pour retrouver le noyau du cryſtal.

Il est aisé de concevoir que les trapèzes & les autres figures dont ce cryſtal est l'assemblage, décroissent dans leurs parties inférieures par des soustractions de deux rangées de molécules constituantes (24), puisque les faces composées de la somme de leurs bases sont dans une situation verticale. Il ne s'agit plus que de déterminer la loi des décroissemens qui se font vers l'angle supérieur A (*fig.* 20) des pentagones dans le passage de ceux-ci à la figure du trapèze, lorsqu'on reprend les lames dans un ordre contraire à celui des divisions indiquées, c'est-à-dire, lorsqu'on part du noyau.

29. Soit toujours *abdg* (*fig.* 16), une coupe géométrique du noyau semblable à celle qui a été indiquée (24). Soit *psr* le triangle mensurateur, dans lequel on aura *ps*, égal à

la ligne qui doit donner la mesure des décroissemens, *s r* égal au côté ou à l'arête d'une des molécules constituantes, & *p r* situé parallèlement à *b i*, que je suppose mené de l'angle solide *b*, perpendiculairement sur l'axe *a d* du noyau. A cause des parallèles *p s*, *a i*, d'une part, & *s r*, *b a*, de l'autre; les triangles *s p r*, *b a i*, sont semblables. Donc *b a* : *a i* :: *s r* : *p s*. Or, *b a* est le côté du noyau; *a i* est la moitié de la petite diagonale d'une des faces du même noyau; *s r* est le côté d'une des molécules constituantes: d'où il suit que *p s* sera égale à la moitié de la petite diagonale d'une des faces des mêmes molécules; c'est-à-dire, que les décroissemens se font (14), dans la partie supérieure du cristal, par des soustractions d'une simple rangée de petits rhomboïdes.

Le cristal prismatique dont il s'agit, est susceptible d'un grand nombre de variétés de formes. Quelquefois le prisme n'a que très-peu de hauteur; d'autres fois, les exagones qui le terminent ont trois grands côtés & trois petits. Il se trouve même de ces prismes qui sont triangulaires. Mais, d'après les principes exposés, il sera toujours facile de ramener ces différentes variétés à une structure commune, de trouver la position du noyau,

Digitized by Google

& de déterminer la loi des décroiſſemens que ſubiſſent les lames de ſuperpoſition.

30. Une obſervation que j'ai faite ſur ce même cryſtal, m'a fourni des données pour calculer les angles plans du noyau. Si, après avoir détaché un ſegment du priſme par une ſection oblique, faite, par exemple, dans la direction du plan *amro* (*fig.* 21), on renverſe ce ſegment de manière que la face *amro* reſte appliquée ſur la partie dont elle a été détachée, & que la ligne *mr* ſe confonde avec la ligne *ao*, le quadrilatère *ʒmrq* ſe trouvera de niveau avec le plan de l'exagone *dgaonc*, ſans qu'il ſoit poſſible d'appercevoir la plus légère inclinaiſon entre ces deux plans. D'après cette obſervation, il eſt très-vraiſemblable que l'angle qui réſulte de l'inclinaiſon reſpective des deux plans *ʒmrq*, *amro*, eſt exactement égal à celui que fait le ſecond de ces plans avec *aʒqo*; d'où l'on conclura que le triangle *a' c' b'*, formé par les inclinaiſons reſpectives des trois plans, eſt non-ſeulement rectangle, mais iſocèle. Or, en faiſant attention que le plan *amro* eſt parallèle à la face correſpondante du noyau, ſi nous ſuppoſons que le ſolide repréſenté *fig.* 16, ſoit diſpoſé comme le noyau, il ſera facile de voir que le triangle *a' c' b'* (*fig.* 21) eſt ſemblable

blable au triangle *ati* (*fig.* 16), composé de la moitié *ai* de la petite diagonale du rhombe *acgh*, de la ligne *it* menée perpendiculairement sur l'axe, & de la portion *at* du même axe. Donc le triangle *ati* est aussi rectangle & isocèle.

Soit $at = it = 1$, on aura $ai = \sqrt{2}$; & à cause que *ti* est le rayon droit du triangle équilatéral *chb*, formé par les trois grandes diagonales des faces supérieures du rhomboïde, $ih = \sqrt{3}$, & par conséquent $ah = \sqrt{(ai)^2 + (ih)^2} = \sqrt{5}$. Résolvant le triangle rectangle *aih* à l'aide de ces données, on trouvera pour le logarithme du sinus de l'angle *iah*, le nombre 9889075 6, qui répond à l'angle de 50° 46′ 6″ 30‴. Donc *cah* = 101° 32′ 13″; & par conséquent le petit angle *ahc* est de 78° 27′ 47″ (*a*).

31. Il est facile maintenant d'évaluer les angles plans des autres cristaux décrits précédemment. Prenons d'abord le spath rhomboïdal à sommets très-obtus (22). On a pu observer, d'après la structure de ce cristal,

(*a*) On trouvera (35) ces angles déterminés par un second procédé, qui donne exactement le même résultat.

Digitized by Google

que les petites diagonales cb, co (*fig.* 12), des deux faces voiſines, coïncident avec deux côtés d'une même face de noyau; en ſorte que l'angle bco eſt égal au grand angle des rhombes du ſpath d'Iſlande. Donc on peut repréſenter cb par $\sqrt{5}$, & bo par $2\sqrt{3} = \sqrt{12}$. Et à cauſe de $hr = \frac{1}{2}ht = \frac{1}{2}bo$; & de $cr = \frac{1}{2}cb$, on pourra faire auſſi $hr = \sqrt{12}$, & $cr = \sqrt{5}$. Réſolvant le triangle hrc à l'aide de ces données, il viendra pour la valeur du logarithme de la tangente de l'angle hcr, le nombre 101901056, lequel répond à l'angle de 57° 9′ 28″. Donc l'angle $hct = 114°\ 18'\ 56''$, & l'angle $chb = 65°\ 41'\ 4''$.

32. Paſſons à la recherche des angles du pentagone $ghmnr$ (*fig.* 11), qui donne les grandes faces du ſpath à facettes triangulaires (23). Ayant tracé ce pentagone par une méthode ſemblable à celle qui a été indiquée (27) pour le pentagone AHKDG (*fig.* 20), nous aurons toujours $ge = \sqrt{5}$, & $fe = \sqrt{12}$.

Conſidérons le triangle mth. Par la conſtruction de la figure, nous avons $mt = \frac{1}{2}fe = \frac{1}{2}\sqrt{12} = \sqrt{3}$. De plus $ht = gr = \sqrt{sr^2 + gs^2}$. Or, $sr = \frac{3}{4}eo = \frac{3}{4}fe = \frac{3}{4}\sqrt{12} = \frac{1}{4}\sqrt{108}$.

Digitized by Google

D'ailleurs, $gs = \frac{3}{4} ge = \frac{1}{4} \sqrt{5} = \frac{1}{4} \sqrt{45}$. Donc $ht = \frac{1}{4} \sqrt{108+45} = \frac{1}{4} \sqrt{153}$. Extrayant les racines indiquées à moins d'un millième près, on trouve $mt = 1,732$. $ht = 3,092$. De plus, l'angle $htm = \frac{gop}{2} = 32°$ 50′ 32″. Le triangle hmt, réſolu d'après ces valeurs, donne pour le logarithme de la tangente de la demi-différence des angles h & m, le nombre 9980727 2, qui répond à l'angle de 43° 43′ 42″. D'où l'on conclura que l'angle hmt, ou ſon égal tnr, eſt de 117° 18′ 26″; & l'angle thm de 29° 51′ 2″. Ajoutant ce dernier angle à l'angle $ght = 65°$ 41′ 4″, on aura l'angle ghm, ou ſon égal grn, de 95° 32′ 6″. Quant à l'angle hgr, nous avons déterminé (31) ſa valeur, qui eſt de 114° 18′ 56″.

A l'égard des triangles abg (*fig.* 13), qui forment les facettes latérales du cryſtal, il eſt clair d'abord que $ab = hm$ (*fig.* 11). Ayant abaiſſé de plus la ligne ax perpendiculaire ſur bc, on aura $bx = mt$ (*fig.* 11). Or, les valeurs de ces lignes ſe déduiſent aiſément du calcul des angles du pentagone. Ces valeurs donneront l'angle bax, que l'on trouvera de 66° 36′ 15″. Donc $bag = 133°$

Digitized by Google

12′ 30″ ; & *abg*, ou ſon égal *agb*, eſt de 23° 23′ 45″.

Je ne dirai rien des angles du ſpath à douze plans pentagones, parce qu'il ſera facile, d'après les opérations précédentes, d'en trouver les valeurs.

SPATH CALCAIRE A DOUZE FACES TRIANGULAIRES SCALENÈS, connu ſous le nom de *Dent de Cochon.* (*Pl. III, fig.* 22). *Id.* DAUB. *Tableau minér.*

Développement. Douze triangles ſcalènes (*fig.* 23) égaux & ſemblables entr'eux. L'angle *ehg* = 101° 32′ 13″. *egh* = 54° 27′ 30″. *geh* = 24° 0′ 17″.

33. M. Bergmann a décrit avec beaucoup de vérité, dans l'Ouvrage dont j'ai parlé, la diſpoſition reſpective des lames qui compoſent ce cryſtal, & s'eſt aſſuré lui-même de cette diſpoſition, en obſervant les fractures faites dans le dodécaèdre. Ce Savant conſidère le ſpath dont il s'agit comme produit par l'accumulation d'une ſuite de plans rhombes décroiſſans, qui s'élèvent ſur les faces du noyau, en reſtant toujours contigus à l'axe par leur angle ſuperieur. Dans ce cas, la ſomme des bords extérieurs de tous les plans de ſuperpoſition forme les faces triangulaires

Digitized by Google

de deux pyramides exagones, dont les baſes ſe trouvent réunies par une ligne anguleuſe *acgh*, &c., compoſée des ſix arêtes ſaillantes du noyau.

Cette explication indique la manière dont il faudroit diviſer le cryſtal, pour détacher toutes les lames dont il eſt l'aſſemblage, & mettre le noyau à découvert. On conçoit aiſément que chacune de ces lames peut être ſous-diviſée par des ſections parallèles aux faces du noyau, en petits rhomboïdes ſemblables à ce noyau. C'eſt auſſi ce que m'a donné l'obſervation.

34. Selon M. Bergmann, les axes des pyramides ſeront d'autant plus longs, que le décroiſſement des lames ſe ſera fait plus lentement, *& vice verſâ*. Cependant tous les cryſtaux de cette variété, que j'ai obſervés, avoient les mêmes angles plans, en ſuppoſant que leur forme fût bien prononcée; d'où il ſuit que les axes des pyramides avoient auſſi des hauteurs proportionnelles au volume des différens dodécaèdres. Ce fait tient à la loi des décroiſſemens que ſubiſſent les lames du cryſtal. J'ai trouvé qu'il falloit ſuppoſer que les ſouſtractions ſe faiſoient par une double rangée de molécules conſtituantes, pour que les angles calculés d'après cette loi de dé-

croiſſement, fuſſent égaux à ceux du cryſtal.

35. Soit *acgh* (*fig.* 24) une des faces du noyau, *geh* une des faces du dodécaèdre, & le quadrilatère *abdg*, le même qui eſt repréſenté *fig* 16. Menons *am*, prolongement de *ba*, juſqu'à la rencontre de *eg*; menons auſſi *hp*, *gz*, perpendiculaires ſur l'axe *ed*.

La méthode que je vais employer pour chercher les angles du cryſtal dont il s'agit, ſervira à la-fois à démontrer deux propriétés géométriques aſſez ſingulières du ſolide repréſenté par ce cryſtal, comparé avec le noyau. L'une conſiſte en ce que la partie *ae* de l'axe qui dépaſſe le noyau, eſt égale à l'axe même *ad* de ce noyau.

Voici la ſeconde propriété. *acgh* étant, comme je l'ai dit, une des faces du noyau, ſi de l'angle *c* on mène *ct*, qui coupe le côté *ah* en deux également, le triangle *act* ſera ſemblable à chacune des faces du cryſtal ſecondaire, avec cette différence que celles-ci auront leurs côtés doubles des côtés correſpondans du même triangle.

Conſidérons d'abord le triangle menſurateur *kig*. Puiſque les lames de ſuperpoſition décroiſſent ici par les bords, ſi l'on ſuppoſe dans chaque lame deux rangées de molécules ſouſtraites, comme j'ai reconnu que cela étoit

Digitized by Google

néceſſaire, nous aurons ig égal à deux fois la petite diagonale d'une des faces de ces molécules, & ik égal au côté de ces mêmes molécules. Or, à cauſe des triangles ſemblables mag, kig, on a $gi : ik :: ga : am$. D'où il eſt facile de conclure que ga étant la petite diagonale d'une des faces du noyau, am ſera égal à la moitié du côté d'une des mêmes faces. Donc $am = \frac{1}{2} dg$. Maintenant les triangles ſemblables eam, edg, donnent $dg : am :: ed : ea$. Donc $ed = 2ea$, & $ad = ac$; ce qui étoit la première propriété à démontrer.

Cherchons maintenant la valeur abſolue de l'axe ad. L'angle gaz étant de 45° (30), le triangle rectangle agz eſt iſocèle. Donc $az = \sqrt{ag^2 - gz^2} = \sqrt{8-4}$ (30); ou $az = 2$. De plus, $dz = \sqrt{dg^2 - gz^2} = \sqrt{5-4} = 1$. Donc ad ou $ae = az + dz = 3$; d'où il ſuit que $ez = 5$. D'après ces valeurs, on aura $eg = \sqrt{ez^2 + gz^2} = \sqrt{25+4} = \sqrt{29}$.

Il ne reſte plus qu'à chercher eh. Or, $eh = \sqrt{pe^2 + ph^2} = \sqrt{(ea + pa)^2 + gz^2} =$

$\sqrt{(ea+dz)^2+gz^2} = \sqrt{(3+1)^2+4} = \sqrt{20}$. Nous avons donc dans le triangle egh, $eg = \sqrt{29}$, $eh = \sqrt{20}$, $gh = \sqrt{5}$ (30). Il faut prouver maintenant que ces valeurs ſont doubles de celles des côtés du triangle act.

Du point t, abaiſſons tx perpendiculaire ſur ch; nous aurons $cx = \frac{3}{4}ch = \frac{3}{4}\sqrt{12}$ (30), & $tx = \frac{1}{2}ao = \frac{1}{2}\sqrt{2}$. Donc $ct = \sqrt{cx^2+tx^2} = \sqrt{\frac{108}{16}+\frac{1}{2}} = \sqrt{29}$.

D'ailleurs, $ca = \sqrt{5} = \frac{1}{2}\sqrt{20}$; & $at = \frac{1}{2}ca = \frac{1}{2}\sqrt{5}$. Partant, la ſeconde propriété indiquée eſt également démontrée.

Il ſuit de-là que l'angle ehg, qui eſt le plus grand des trois angles plans de l'une quelconque des faces du cryſtal ſecondaire, eſt parfaitement égal au grand angle cah des rhombes du ſpath d'Iſlande. Quant aux deux autres angles, il ſera facile de les déterminer, d'après les données que nous avons trouvées ci-deſſus. On aura pour le logarithme du ſinus de l'angle egh, le nombre 99104616, qui répond à 54° 27′ 30″; d'où il réſulte que le troiſième angle $geh = 24° 0′ 17″$.

Digitized by Google

Si l'on ſe propoſoit de réſoudre le problême inverſe, c'eſt-à-dire, ſi l'on prenoit pour donnée l'égalité des angles ehg, cah, laquelle eſt ſenſible par l'obſervation faite d'une part ſur le cryſtal ſecondaire, & de l'autre ſur un cryſtal d'Iſlande, on trouveroit que ces deux angles ne peuvent avoir d'autre valeur que celle de 101° 32′ 13″.

Pour le prouver, ayant déja les mêmes lignes que ci-deſſus, menons op, hr, perpendiculaires, l'une ſur $e\zeta$, l'autre ſur eg. Soient $e\zeta = x$, $g\zeta = ph = a$. Les décroiſſemens des lames de ſuperpoſition ſe faiſant toujours ſuivant la loi indiquée ci-deſſus, on aura, ainſi que je l'ai prouvé, $ea = ad$; & $a\zeta = \frac{2}{5} e\zeta = \frac{2}{5} x$.

Cherchons d'abord l'expreſſion algébrique de la ſurface du triangle iſocèle cah. Cette ſurface eſt $ao \times oh = \sqrt{op^2 + ap^2} \times \sqrt{ph^2 - op^2}$. Mais $op = \frac{1}{2} g\zeta = \frac{1}{2} a$. $ap = \frac{1}{2} a\zeta = \frac{1}{5} x$. Subſtituant $ao \times oh = \sqrt{\frac{1}{4} a^2 + \frac{1}{25} x^2} \times \sqrt{a^2 - \frac{1}{4} a^2} = \sqrt{\frac{3}{16} a^4 + \frac{3}{100} a^2 x^2} = \sqrt{\frac{25.3}{25.16} a^4 + \frac{4.3}{4.100} a^2 x^2} = \sqrt{\frac{75}{400} a^4 + \frac{12}{400} a^2 x^2} = \frac{1}{20} \sqrt{75 a^4 + 12 a^2 x^2}$.

Evaluons maintenant la surface du triangle egh. Cette surface est $\frac{1}{2} eg \times hr$.

Or, $eg = \sqrt{g\xi^2 + e\xi^2} = \sqrt{a^2 + x^2}$.

De plus, $eg : eh + hg :: eh - hg : er - gr$.

Mais $eh = \sqrt{hp^2 + ep^2} = \sqrt{a^2 + \frac{16}{25} x^2}$.

$hg = ah = \sqrt{hp^2 + ap^2} = \sqrt{a^2 + \frac{1}{25} x^2}$.

Substituant, la proportion deviendra $\sqrt{a^2 + x^2} : \sqrt{a^2 + \frac{16}{25} x^2} + \sqrt{a^2 + \frac{1}{25} x^2} :: \sqrt{a^2 + \frac{16}{25} x^2} - \sqrt{a^2 + \frac{1}{25} x^2} : er - gr$. D'où l'on tire $er - gr = \frac{a^2 + \frac{16}{25} x^2 - a^2 - \frac{1}{25} x^2}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{\frac{3x^2}{5}}{\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{3x^2}{5\sqrt{a^2 + x^2}}$. Donc gr, qui est la plus petite des deux quantités, sera égal à $\frac{1}{2} eg - \frac{1}{2}(er - gr) = \frac{1}{2}\sqrt{a^2 + x^2} - \frac{3x^2}{10\sqrt{a^2 + x^2}} = \frac{5a^2 + 2x^2}{10\sqrt{a^2 + x^2}}$. Donc $gr^2 = \frac{25a^4 + 20a^2x^2 + 4x^4}{100\ a^2 + 100\ x^2}$.

Or, $hr = \sqrt{hg^2 - gr^2} =$

$\sqrt{\frac{a^2 + \frac{1}{25} x^2 - 25 a^4 - 20 a^2 x^2 - 4 x^4}{100 a^2 + 100 x^2}} =$

$\sqrt{\frac{75 a^4 + 84 a^2 x^2}{100 a^2 + 100 x^2}}$. Donc la surface du triangle egh sera $\frac{1}{2} eg \times hr = \frac{1}{2}\sqrt{a^2 + x^2} \times \sqrt{\frac{75 a^4 + 84 a^2 x^2}{100 a^2 + 100 x^2}} = \frac{1}{20}\sqrt{75 a^4 + 84 a^2 x^2}$.

Maintenant, si l'on prend sur eh la partie hs égale à gh, & que l'on mène gs, il est clair qu'à cause de l'égalité des angles ehg, cah, & de celle des lignes ac, ah, gh, hs, le triangle ghs sera semblable & égal au triangle cah. Or, les triangles ghs, ghe, ayant pour hauteur commune une perpendiculaire qui seroit abaissée de l'angle g sur eh, prolongée autant qu'il est nécessaire, sont entr'eux comme leurs bases sh, eh. Donc les triangles cah, egh, seront aussi comme les lignes ah, eh, ou comme $\sqrt{a^2 + \frac{1}{25} x^2} : \sqrt{a^2 + \frac{16}{25} x^2}$.

Reprenant les expressions de ces deux triangles, telles que nous les avons trouvées plus haut, nous aurons $\frac{1}{20}\sqrt{75 a^4 + 12 a^2 x^2} : \frac{1}{20}\sqrt{75 a^4 + 84 a^2 x^2} :: \sqrt{a^2 + \frac{1}{25} x^2} : \sqrt{a^2 + \frac{16}{25} x^2}$. Supprimant les fractions $\frac{1}{20}$,

Digitized by Google

& les signes radicaux ; puis égalant le produit des extrêmes à celui des moyens, $75\,a^6 + 12\,a^4\,x^2 + 48\,a^4\,x^2 + \frac{192}{25}\,a^2\,x^4 = 75\,a^6 + 84\,a^4\,x^2 + 3\,a^4\,x^2 + \frac{84}{25}\,a^2\,x^4$.

Réduisant & divisant tout ce qui reste par $a^2\,x^2$, on aura $\frac{108\,x^2}{25} = 27a^2$, & $108\,x^2 = 675\,a^2$. Divisant par 3, $36x^2 = 225\,a^2$. Extrayant les racines, $6x = 15a$; donc $a = \frac{6}{15}\,x = \frac{2}{5}x$. C'est-à-dire, que $gz = \frac{2}{5}ez = az$. D'où il suit que $po = ap$, & que le triangle rectangle apo est isocèle : ce qui est précisément la même donnée, d'après laquelle nous avons trouvé (30) que l'angle cah étoit de 101° 32′ 13″.

SPATH CALCAIRE RHOMBOÏDAL A SOMMETS AIGUS (*a*). Spath calcaire rhomboïdal aigu. DAUBENTON, *Tableau minér.*

Développement. Six rhombes égaux & semblables entr'eux. L'angle bac (*fig.* 27) au sommet du cristal est de 75° 31′ 20″. L'angle $abg = 104°\,28'\,40''$.

(*a*) On a donné aussi à ce spath les noms de *spath muriatique*, *spath coquillier*, parce qu'on le trouve souvent dans les coquilles fossiles.

Digitized by Google

36. Voici la troiſième forme rhomboïdale que nous offrent les ſpaths calcaires. Elle eſt diſtinguée de celles dont j'ai déjà parlé (21 & 22), en ce que ſes deux ſommets ſont compoſés de trois angles aigus, au lieu que dans les deux autres ſpaths cités, ces mêmes angles ſont obtus.

Suppoſons que *abgc*, *acfe* (*fig.* 25), repréſentent deux des faces qui ſe réuniſſent trois à trois, pour former un des ſommets aigus de ce cryſtal, & que *cghf* ſoit une des faces qui forment le ſommet oppoſé. Pour diviſer le rhomboïde par des coupes nettes, il faut que les ſections ſe faſſent parallèlement aux arêtes *ac*, *ab*, *ae*, &c., en paſſant par des lignes *im*, *ln*, &c., également éloignées de ces arêtes. Cela poſé, on détachera d'abord des lames pentagones, telles que *aimnl*, dont l'angle *ial* au ſommet ſera de 101° 32′ 13″, comme celui du ſpath d'Iſlande, & dont les deux angles *mn*, ſur la baſe, ſeront droits. Ces lames croîtront en largeur à chaque ſection, en même temps qu'elles décroîtront en hauteur. Lorſque l'on ſera arrivé au point où les ſections voiſines ſe toucheront, c'eſt-à-dire, au milieu des côtés *bg*, *cg*, *cf*, *ef*, &c., le cryſtal ſe trouvera changé en un autre, qui aura ſix faces pentagones ſemblables

Digitized by Google

à *abghl* (*fig.* 26) ; lesquelles seront des portions d'un rhombe *acek*, avec six facettes triangulaires isocèles *ihp* (*fig.* 27), qui seront le résidu des faces primitives du cristal, & qui auront leur base *hp* égale à la base *gh* (*fig.* 26) des pentagones, & leurs côtés adjacens & égaux aux côtés *lh* des mêmes pentagones. Au-delà des points de contact dont j'ai parlé, les sections anticipant les unes sur les autres, feront disparoître les angles *g*, *h*, des pentagones ; en sorte que ceux-ci passeront successivement par les figures *abstuxl*, *abndrl*, &c., jusqu'à ce qu'ils soient parvenus à la figure du rhombe *abol* ; & à ce terme, on aura le noyau du cristal.

Si l'on fait des sections dans quelqu'une des lames pentagones *abghl*, dont j'ai parlé d'abord, on s'apperçoit que ces lames ne sont qu'un assemblage de rhomboïdes semblables à celui du spath d'Islande, avec des vuides triangulaires, disposés tant sur la base *gh*, que sur les côtés *bg*, *lh*, & qui sont produits par des soustractions de molécules constituantes, comme je l'ai déjà expliqué. Quant aux lames, soit eptagones, comme *abstuxl*, soit exagones, comme *abndrl*, que l'on détache, passé le point où les sections voisines se touchent, il est aisé de juger, par la seule

Digitized by Google

inſpection de la *figure* 26, qu'elles ne ſont pareillement qu'un aſſemblage de molécules ſemblables à la forme primitive.

37. Cette ſtructure fournit des données pour calculer rigoureuſement les angles plans du cryſtal dont il s'agit. Soit *abgc* (*fig.* 27), une des faces de ce cryſtal. Si l'on diviſe cette face, en faiſant paſſer les droites *rp*, *sh*, *hp*, par le milieu des côtés, il eſt aiſé de voir que le triangle *ihp* repréſentera ce qui reſte de la face *abgc*, lorſque les ſections faites ſucceſſivement ſur les différentes arêtes du cryſtal, indiquées plus haut (36), ſont parvenues à leur point de contact. Or, le triangle *ihp* étant ſemblable au demi-rhombe *abc*, toute l'opération ſe réduit à trouver l'angle *pih*. Remarquons que $ph = gh$ (*fig.* 26) $= bl$, qui eſt la grande diagonale d'une des faces *abol* du noyau. De plus, pi (*fig.* 27) $= lh$ (*fig.* 26, $= \frac{ae}{2} = ao$, qui eſt la petite diagonale du même rhombe. Donc $ph = \sqrt{3}$ (*fig.* 27), & $pi = \sqrt{2}$. Le triangle *pni*, réſolu d'après ces valeurs, donne pour le logarithme du ſinus de *pin*, le nombre 97870156, qui répond à l'angle de 37° 45′ 40″. Partant, l'angle *pih*, ou ſon égal

cab, ſera de 75° 31′ 20″ ; d'où il ſuit que le grand angle *abg* du rhombe eſt de 104° 28′ 40″.

38. Cherchons maintenant la loi des décroiſſemens que ſubiſſent les lames ajoutées au noyau. Mais obſervons, avant tout, que ces lames, priſes en partant du noyau, croiſſent vers leurs baſes, en même temps qu'elles diminuent dans le ſens de leur largeur; de ſorte que la première de ces variations eſt une ſuite néceſſaire de la ſeconde. Il faut prouver maintenant que l'une & l'autre ſe font par une ſimple rangée de molécules. Commençons par les décroiſſemens qui ont lieu ſur les angles latéraux des lames de ſuperpoſition. Soient *gteho*, *goknr*, *apskh* (*fig.* 29. A), trois des grandes faces du cryſtal, en le ſuppoſant parvenu au point où il auroit ſix faces pentagones, & ſix facettes triangulaires iſocèles, dont une eſt repréſentée par *ohk*. Nous avons vu (36) que les ſections faites dans le rhomboïde conduiſoient à un ſolide de cette forme. Soient de plus *gcbu*, *bplu*, *gulx*, les rhombes dont les pentagones cités ſont partie. Ayant mené la diagonale *ux*, imaginons une nouvelle lame pentagone, qui ſeroit appliquée ſur la face *goknr*. Cette lame ſera néceſſairement plus troite

étroite que celle à laquelle appartient cette même face. Soit $qy\zeta$ le triangle menſurateur: $q\zeta$ qu'il faut ſuppoſer relevé obliquement ſur le plan de la figure, étant le côté d'un des petits rhomboïdes qui compoſent la lame que nous conſidérons ici, il ne s'agira que d'avoir la valeur de qy, qui meſure la quantité dont la lame dont il s'agit eſt ſurpaſſée par celle qui eſt placée immédiatement au-deſſous. Or, comme on peut concevoir le triangle $qy\zeta$ ſitué où l'on voudra, ſuppoſons que l'angle y ſoit au milieu du côté ok, de manière que qy faſſe partie de ux. ζy étant dans la direction de hy, il eſt facile de voir que le triangle $qy\zeta$ eſt ſemblable au triangle huy, à cauſe des parallèles $q\zeta$, hu, & des poſitions de $qy, \zeta y$, ſur les prolongemens de uy, hy. Donc $hu : uy :: q\zeta : qy$; ou $\frac{1}{2} bu : \frac{1}{4} ux$ ou $\frac{1}{4} cu :: q\zeta : qy$; ou enfin $bu : \frac{1}{2} cu :: q\zeta : qy$. Or, bu eſt le côté ou l'arête du rhomboïde, auquel appartiennent les faces $gcbu$, $gulx$, &c.; cu eſt la grande diagonale d'une de ces faces; $q\zeta$ eſt le côté d'une des molécules: donc qy ſera la moitié de la grande diagonale des faces de cette molécule; c'eſt-à-dire, que les ſouſtractions ſe font par une ſimple rangée de petits rhomboïdes.

Digitized by Google

Paſſons aux variations qui ont lieu ſur les baſes des lames de ſuperpoſition, & qui ſont, comme je l'ai obſervé plus haut, de véritables accroiſſemens. Menons la hauteur *p f* du pentagone *a p s k h*, prolongée juſqu'en *u*, & la hauteur *o f* du triangle *o h k*. Concevons que *f m i* ſoit le triangle menſurateur, dans lequel, ayant déjà *f m* égal au côté d'un des rhomboïdes qui compoſent le rebord inférieur ou la baſe de la lame à laquelle appartient le pentagone *a p s k h*, il ne s'agira plus que de ſavoir ſi *m i* (*a*), qui meſure l'excès de cette lame ſur celle qui eſt au-deſſous, eſt égal ſimplement à la moitié de la petite diagonale du rhombe primitif, ou à cette diagonale entière. Or, *f m* eſt parallèle à *g u*, qui eſt l'un des côtés du rhomboïde, auquel appartiennent les faces *g c b u*, *g u l x*, &c. *m i* eſt parallèle à *p u*, qui eſt la petite diagonale d'une des mêmes faces; de plus, *f i* fait partie de *o f*:

(*a*) Voyez (*fig.* 29. B) une coupe verticale du ſolide dont il s'agit, & dans laquelle les lignes *g u*, *p u*, *f o*, &c., répondent à celles qui ſont indiquées par les mêmes lettres, ſur la *fig.* 29. A. On y voit auſſi le triangle *f m i*, dans ſa véritable poſition; & la ligne continuement anguleuſe *f m i φ ζ μ o*, repréſente l'eſpèce de crénelure formée par les rebords des lames compoſantes ſur la ſurface du triangle *o h k*.

Digitized by Google

donc le triangle fim eſt ſemblable au triangle ouf. Partant, $uo : fu :: fm : im$; ou $\frac{1}{2}gu : \frac{1}{4}pu :: fm : im$; ou enfin $gu : \frac{1}{2}pu :: fm : im$: d'où l'on conclura, par un raiſonnement ſemblable à celui que nous avons fait ci-deſſus, que im eſt la moitié de la petite diagonale d'une des faces des rhomboïdes compoſans; c'eſt-à-dire, que les accroiſſemens ſe font vers cette partie du cryſtal, par de ſimples rangées de ces rhomboïdes.

Je ne dirai rien des variations que ſubiſſent les lames, par rapport aux angles à la baſe des pentagones, où il ſe forme de nouveaux rebords qui changent ces pentagones en eptagones (36), au-delà des points de contact des ſections voiſines. Il eſt aiſé de voir que ces rebords étant ſur des plans parallèles aux faces du noyau, tout ſe paſſe à cet égard, comme ſi ce même noyau ſe fût accru ſans changer de forme.

On peut déduire de tout ce qui précède, une méthode facile pour tracer, à l'aide du compas & de la règle, les faces des principales variétés du ſpath calcaire, rapportées à un noyau commun. Ayant déterminé à volonté le côté du ſolide rhomboïdal qui doit repréſenter le noyau, on tracera un rhombe

acgh (*fig.* 28) ſemblable à l'une quelconque des faces de ce rhomboïde, mais dont les côtés ſeront doubles de ceux des mêmes faces. On menera de plus les deux diagonales *ah*, *ag* du rhombe, & la droite *ct*, qui doit aboutir au milieu *t* du côté *ah*.

Cela poſé, le triangle ſcalène *act* donnera l'une des faces du ſpath *à dent de cochon*, comme je l'ai prouvé plus haut (35).

Pour avoir une des faces du ſpath rhomboïdal à ſommets très-obtus (22), laiſſez ſubſiſter la grande diagonale *ch*, & prenez le côté *ah* pour en faire la petite diagonale d'un nouveau rhombe *gfpo* (*fig.* 11). Ce rhombe ſera celui du ſpath dont il s'agit.

Pour le ſpath rhomboïdal à ſommets aigus (36), laiſſez pareillement ſubſiſter la grande diagonale *ch* (*fig.* 28) du rhombe *acgh*, & prenez ſa petite diagonale *ag* pour en faire le côté d'un nouveau rhombe *abgc* (*fig.* 27). Ce rhombe ſera l'une des faces du ſpath à ſommets aigus.

SPATH PERLÉ. *Id.* DAUBENT. *Tableau minéralogique.*

39. Le ſpath perlé ſe trouve rangé parmi les ſpaths peſans, dans les divers Traités de

Minéralogie qui ont paru avant que j'euſſe communiqué à l'Académie des Sciences (*a*) les obſervations que j'ai faites relativement à cet objet. Les cryſtaux de ce ſpath, ordinairement groupés confuſément, & diſpoſés en recouvrement les uns ſur les autres, ſont auſſi quelquefois aſſez détachés pour que l'on puiſſe en appercevoir diſtinctement les différentes faces. Ils ſe préſentent alors ſous des formes rhomboïdales tout-à-fait ſemblables à celles du ſpath d'Iſlande, ayant des angles égaux à ceux de ce cryſtal, & ſe diviſant, comme lui, parallèlement à leurs faces, en cryſtaux plus petits, & de la même figure.

Frappé de ce rapport de ſtructure entre des cryſtaux que l'on avoit regardés juſqu'ici comme très-différens, j'ai cherché à me procurer des éclairciſſemens ſur les propriétés phyſiques & chymiques du ſpath perlé. M. Briſſon, qui prépare, ſur les peſanteurs ſpécifiques des corps naturels, un Ouvrage doublement précieux, & par l'exactitude des réſultats, & par la ſûreté de la nomenclature qui ſera

(*a*) Le Mémoire qui renferme ces obſervations a été lu à l'Académie le 15 Juin 1782.

prise dans la belle distribution méthodique de M. Daubenton, a eu la complaisance de me communiquer l'évaluation des pesanteurs relatives des spaths pesans, du spath perlé, & du spath calcaire rhomboïdal. Voici l'ordre de ces pesanteurs, rapportées au terme commun de la pesanteur de l'eau, que M. Brisson fixe à 10000.

Spath pesant en lames rhomboïdales. .	44434.
Spath pesant en masses blanches & opaques	44300.
Spath perlé	28378.
Spath calcaire rhomboïdal	27151.

On voit, par ces évaluations, que la pesanteur spécifique du spath perlé diffère beaucoup moins de celle des spaths calcaires que de celle des spaths pesans.

M. Bertholet a bien voulu aussi me faire part du résultat de l'analyse qu'il a faite du spath perlé. Cet habile Chymiste a trouvé que ce spath n'est qu'un composé de matière calcaire, avec une petite quantité de fer, dans la proportion de quatre grains ou quatre grains & demi sur cent. Ainsi le spath perlé, sous quelque point de vue qu'on le considère, doit être rangé parmi les spaths calcaires; & s'il a une pesanteur spécifique plus considé-

Digitized by Google

dérable, & ne fait pas une auſſi prompte effervescence avec les acides, on ne doit attribuer, ce me ſemble, cette différence qu'au mêlange des parties ferrugineuſes qu'il contient.

ARTICLE IV.

Application aux Spaths peſans.

40. Je place ici les ſpaths peſans, parce que leur forme primitive a du rapport avec celle des ſpaths calcaires, comme nous le verrons bientôt. Les cryſtaux du genre dont il s'agit ici, ont excité l'attention des Phyſiciens par la propriété qu'on a reconnue à pluſieurs d'entr'eux de devenir des phoſphores, lorſqu'après leur avoir fait ſubir une certaine préparation, & les avoir expoſés pendant quelques inſtans au ſoleil, on les porte dans un lieu obſcur. Ils n'ont pas moins exercé la Chymie par la recherche de cette terre particulière que l'on en retire à l'aide de l'analyſe, & à laquelle on a attribué leur peſanteur conſidérable; mais dont il paroît que la nature n'eſt pas encore bien connue. Quant aux caractères que peut fournir la Minéralogie pour diſtinguer ces mêmes ſpaths d'avec les ſpaths fluors-phoſphoriques, il me

ſemble qu'aucun de ceux qui ont été indiqués juſqu'ici n'eſt propre à fixer d'une manière nette & préciſe la limite qui ſépare ces deux genres de pierres, ſur-tout lorſqu'elles ne ſe préſentent pas ſous des formes aſſez régulières pour qu'on puiſſe déterminer leur cryſtalliſation. Mais la ſtructure fournit entr'eux un point de partage que je regarde comme à l'abri de toute équivoque; car en détachant, à l'aide d'un inſtrument tranchant, un fragment de la pierre ſur la nature de laquelle il reſtera quelque doute, & en frappant avec précaution ſur ce fragment, on verra paroître des joints qui donneront des rhombes qu'on ne pourra ſous-diviſer en triangles, ſi le fragment appartient à un ſpath peſant, & des triangles équilatéraux, ſi l'on opère ſur un morceau de ſpath phoſphorique. C'eſt ce que l'on concevra aiſément, d'après l'explication que je donnerai de la ſtructure de ces deux genres de cryſtaux.

Forme primitive.

SPATH PÉSANT EN LAMES RHOMBOÏDALES. *Id.* DAUBENT. *Tabl. minér.*

Développement. Deux rhombes ſemblables au rhombe *a b c d* (*fig.* 10), qui eſt celui du ſpath d'Iſlande. Quatre rectangles égaux.

Digitized by Google

41. Les deux rhombes qui forment les grandes faces opposées du cryſtal dont il s'agit ici, ont, autant que j'ai pu en juger par les meſures que j'en ai priſes, les mêmes angles que le rhombe du ſpath d'Iſlande; c'eſt-à-dire, que le plus grand de ces angles eſt de 101° 32′ 13″, & le plus petit de 78° 27′ 47″ (21), en ſuppoſant l'égalité parfaite (*a*). J'ai pris une lame rhomboïdale de ſpath calcaire; je l'ai appliquée ſur une lame de ſpath peſant, en faiſant correſpondre le grand angle de l'une avec celui de l'autre, & il m'a ſemblé que les lignes qui formoient ces angles coïncidoient exactement, ſans que je puſſe appercevoir aucune différence. On ne confondra cependant pas une lame de ſpath peſant avec une lame de ſpath calcaire, puiſque, dans celle-ci, toutes les faces étant rhomboïdales, ſont inclinées reſpectivement les unes ſur les autres; au lieu que dans le ſpath peſant, les faces latérales étant des rectangles, ſont perpendiculaires ſur les deux grandes faces du cryſtal.

Le ſpath peſant en lames rhomboïdales ſe diviſe parallèlement à ſes différentes faces, en rhomboïdes partiels, ou en petits priſmes

(*a*) On trouvera ci-après (n°. 47) une autre donnée qui conduit aux mêmes angles.

droits & quadrangulaires, dont les baſes ſont des rhombes qui ont des angles égaux à ceux de la forme primitive. La ſtructure du cryſtal ne détermine point le rapport de la hauteur de ces priſmes avec le côté du rhombe, puiſqu'on peut diviſer le priſme partout où l'on voudra par des ſections parallèles à ſes deux baſes ; ce qui donne d'autres priſmes plus courts, dont la hauteur varie à l'infini. Je prouverai plus bas, que ces priſmes, conſidérés comme les molécules conſtituantes des ſpaths peſans, ont la forme la plus ſimple, c'eſt-à-dire, que leurs faces latérales ſont des quarrés.

Formes ſecondaires.

SPATH PESANT OCTAÈDRE A SOMMETS AIGUS. (*Pl. IV, fig.* 30 *). DAUBENT. *Tableau minér.*

Développement. Quatre trapèzes *b a g m* (*fig.* 31). Deux triangles iſocèles *a s g* (*fig.* 32).

* Les ſommets du cryſtal, tels que je le conſidère ici, ſont compoſés des faces triangulaires *a g s*, *o g s*, *b q m*, *x q m*, qui ſe réuniſſent deux à deux par leurs baſes aux extrémités du cryſtal. Les angles formés par les plans de ces triangles, à l'endroit des arêtes *s g*, *q m*, ſont dans le cas préſent des angles aigus.

Digitized by Google

Angles du trapèze $bmg = agm = 46° 8' 46''$. $mba = gab = 133° 51' 14''$. Angles du triangle. $gas = 53° 7' 50''$. $ags = asg = 63° 26' 5''$.

42. Les sections par lesquelles on détache les grandes lames dont ce cryſtal eſt compoſé, ſe font parallèlement au plan, qui eſt cenſé paſſer par les hauteurs ac, bp (*fig.* 30), des triangles qui forment ſes quatre petites faces. Ces lames repréſentent, par leurs grandes faces, des exagones alongés, tels que ABGHNO (*fig.* 33), dont la longueur AH eſt conſtante, & qui s'accroiſſent en largeur juſqu'à la lame du milieu, qui eſt la plus grande de toutes. En ſous-diviſant ces exagones, on trouve qu'ils ſe partagent en petits priſmes quadrangulaires ſemblables à la forme primitive, & dans leſquels le petit angle du rhombe eſt tourné vers le ſommet A ou H de l'exagone. Les triangles que l'on voit ſur les grands bords des exagones, annoncent les petits vuides qui ſe trouvent entre les angles extérieurs des molécules conſtituantes diſpoſées le long de ces mêmes bords. La ſituation du noyau de forme primitive eſt indiquée par le rhombe PRST.

43. Quant à la loi des décroiſſemens que ſubiſſent les lames de ſuperpoſition, tandis

qu'elles diminuent en largeur, on la trouvera, d'après les principes exposés ci-dessus (13). Mais comme nous ignorons quelle est la hauteur des molécules constituantes, il a fallu faire à cet égard une hypothèse que nous verrons bientôt se vérifier par l'accord du calcul avec l'observation. J'ai donc supposé que les faces latérales de ces molécules étoient des quarrés (*a*). D'après cette supposition,

(*a*) Il n'est pas inutile d'observer ici que les coupes qui se font parallèlement à ces quarrés, sont moins faciles & moins nettes que celles qui sont parallèles aux rhombes des bases; aussi ces dernières figures offrent-elles moins de points d'adhérence, ayant moins d'étendue que le quarré de même contour. Ceci revient à l'observation que j'ai déjà faite (*pag.* 51, *Note* 1). On verra qu'elle se vérifie par rapport à d'autres genres de cristaux dont je parle dans cet *Essai*. J'en retrouve encore la confirmation dans un assez grand nombre de substances cristallisées, sur lesquelles je me propose de publier mes vues dans la suite. Par exemple, les cristaux du feldt-spath offrent trois coupes différentes: l'une dans le sens d'un parallélogramme obliquangle, & les deux autres parallèlement à deux rectangles. La première de ces coupes, ainsi que celle qui se fait parallèlement à l'un des rectangles, est plus nette que celle qui est parallèle à l'autre rectangle. Aussi, en recherchant par le calcul les dimensions des faces des molécules, d'après la loi des décroissemens, ai-je trouvé

Digitized by Google

ſoit *o c l* (*fig.* 34) le triangle menſurateur. Il eſt clair par la ſuppoſition, que *o l* eſt égal au côté B *i* (*fig.* 33) d'une des molécules conſtituantes. Il ne reſte plus qu'à déterminer *c l*, qui doit donner la loi des décroiſſemens. Or, l'angle *o c l* eſt égal à l'angle *r a n* (*fig.* 30), formé par une perpendiculaire *a r*, abaiſſée de l'extrémité *a* de l'arête *a b* ſur l'arête *g m*, & par *a n*, menée perpendiculairement ſur l'axe *c p* du cryſtal; c'eſt-à-dire, que l'angle *o c l* (*fig.* 34) eſt la moitié de celui que forment entr'elles les grandes faces du cryſtal ſur l'arête *a b* ou *o x*. D'après cela, un ſimple coup-d'œil jeté ſur le cryſtal, ſuffit pour faire juger que l'on a, dans le cas préſent, *o l* plus petit que *c l*; d'où il ſuit que cette dernière ligne ſera la petite diagonale entière d'un des rhombes compoſans, & non pas la moitié ſeulement de cette diagonale: car alors on auroit *o l* plus grand que *c l*. Il faut donc qu'après avoir calculé l'angle *o c l*, en faiſant uſage des données précédentes, & en avoir pris le double, on ait un angle

---

que le dernier rectangle dont je viens de parler avoit une ſurface plus grande dans le rapport de 3 à $\sqrt{3}$, que celle de l'autre rectangle & du parallélogramme obliquangle, qui ſont égaux entr'eux.

égal à celui que l'on observe sur le cryſtal même, en meſurant l'inclinaiſon des deux faces, qui ſe réuniſſent à l'endroit de l'arête *ab* ou *ox*.

Il eſt aiſé de voir, d'après l'égalité des angles du rhombe dans le ſpath peſant & le ſpath calcaire, que l'on a $lo = \sqrt{5}$ (30); $cl = \sqrt{8}$. Donc $co = \sqrt{13}$. Réſolvant le triangle rectangle *ocl* à l'aide de ces données, on trouvera, pour le logarithme de *ocl*, le nombre 97925133, qui répond à l'angle de 38° 19′ 43″, avec un reſte $\frac{96}{133}$, lequel vaut plus de 30‴. Donc l'angle que forme l'inclinaiſon reſpective des grandes faces du cryſtal ſur les arêtes *ab*, *ox*, doit être de 76° 39′ 27″; & l'angle formé par l'inclinaiſon des mêmes faces ſur les arêtes *gm*, *qs*, ſera de 103° 20′ 33″. Or, l'obſervation donne ſenſiblement les mêmes angles; ce qui confirme la ſuppoſition faite par rapport à la forme des molécules conſtituantes, & fait voir de plus que les lames de ſuperpoſition décroiſſent, dans le cas préſent, par des ſouſtractions d'une double rangée de molécules (14); en ſorte que ces lames peuvent être repréſentées ſucceſſivement par les exagones ABGHNO, A*g d* H*km* (*fig.* 33).

Digitized by Google

Quant à l'angle formé par les petites faces triangulaires bqm, xqm d'une part, & ags, ogs de l'autre (*fig.* 30), ſur les arêtes qm, gs, ſa valeur eſt évidemment de 78° 27′ 47″; puiſque, d'après la ſtructure du cryſtal, cet angle eſt égal au petit angle du rhombe de figure primitive.

44. Le calcul des angles plans du cryſtal eſt facile, d'après ce qui précède. Propoſons-nous d'abord de déterminer ceux de la face triangulaire ags. Il eſt aiſé de voir que an & cn ſont entr'elles comme la moitié de la petite diagonale du rhombe appartenant au ſpath peſant eſt à la moitié de la grande diagonale du même rhombe, ou, ce qui revient au même, comme la petite diagonale entière eſt à la grande. Ce rapport ſuit évidemment de la ſtructure des lames exagones qui compoſent le cryſtal; c'eſt-à-dire, que $an : cn :: \sqrt{8} : \sqrt{12}$. D'ailleurs, à cauſe des triangles ſemblables col (*fig.* 34), & ran (*fig.* 30), on a $an : nr :: cl : ol :: \sqrt{8} : \sqrt{5}$. D'où il ſuit que nous pouvons faire $an = \sqrt{8}$, $cn = \sqrt{12}$, & $nr = \sqrt{5}$. Ayant mené ac perpendiculaire ſur gs, nous aurons $ac = \sqrt{an^2 + cn^2} = \sqrt{8+12} = \sqrt{20}$. Main-

tenant, dans le triangle rectangle acg, nous connoissons $cg = nr = \sqrt{5}$, & $ac = \sqrt{20}$. Résolvant ce triangle, on aura pour le logarithme de la tangente de l'angle agc, le nombre 1030103 00, qui répond à l'angle de 63° 26′ 5″. Cette valeur sera aussi celle de l'angle asg, & l'angle gas sera de 53° 7′ 50″.

Cherchons maintenant les angles du trapèze $gmba$. Dans le triangle rectangle agr, nous avons $rg = cn = \sqrt{12}$, & $ar = \sqrt{an^2 + rn^2} = \sqrt{8 + 5} = \sqrt{13}$. Résolvant ce triangle, nous trouverons pour le logarithme de la tangente de l'angle agr, le nombre 10017381 1, qui répond à 46° 8′ 46″, valeur de chacun des angles sur la base du trapèze ; d'où il suit que la valeur de l'angle gab, ou de mba son égal, sera de 133° 51′ 14″.

SPATH PESANT OCTAÈDRE CUNÉIFORME A SOMMETS OBTUS. *Id.* DAUBENT. *Tabl. minér.*

Développement. Quatre trapèzes $bmga$ (*fig.* 38). Quatre triangles rectangles isocèles. Angles du trapèze $bmg = agm = 63° 26′ 6″$. $gab = mba = 116° 33′ 54″$.

Digitized by Google

45. Les cryſtaux de ce ſpath, que j'ai obſervés, avoient été apportés du Mont Etna, & leur matrice étoit mêlée de ſoufre. On remarque ſouvent, à chacun de leurs ſommets, deux facettes ſurnuméraires, qui remplacent les deux angles ſolides ſitués aux extrémités des arêtes de ces ſommets. Je fais abſtraction, pour l'inſtant, des facettes dont il s'agit.

Le cryſtal octaèdre qui vient d'être décrit, ſe diviſe comme celui de la variété précédente (42); mais les rhombes, qui compoſent les lames exagones que l'on détache à chaque ſection, ont leur grand angle, au lieu du petit, tourné vers le ſommet du cryſtal, qui, par cette raiſon, eſt obtus-angle, comme on peut en juger par l'inſpection de la *figure* 36, laquelle repréſente une coupe exagone de ce cryſtal.

46. Les décroiſſemens des lames de ſuperpoſition ſe font, dans cet octaèdre, ſuivant la loi la plus ſimple, c'eſt-à-dire, par des ſouſtractions d'une ſeule rangée de molécules. Pour le prouver, repréſentons encore, par la *figure* 30, l'octaèdre dont il s'agit ici, & qui ne diffère de l'autre que par la valeur des angles. Soit *c o l* (*fig.* 35) le triangle menſurateur, dans le cas préſent. On aura *o l* plus

grand que cl, comme on s'en apperçoit à la seule inspection du cryſtal ; ce qui indique que cl n'eſt que la moitié de la grande diagonale d'un des rhombes compoſans. Quant à la ligne ol, elle ſera toujours égale au côté de la molécule conſtituante. On aura donc $ol = \sqrt{5}$, $cl = \sqrt{3}$, & $co = \sqrt{8}$. Ces valeurs donnent 52° 14′ 19″ pour l'angle ocl ; d'où il ſuit que l'angle formé par les inclinaiſons des grandes faces du cryſtal ſur les arêtes ab, ox, eſt, dans le cas préſent, de 104° 28′ 38″ ; & l'angle formé par les inclinaiſons des mêmes faces ſur les arêtes gm, sq, de 75° 31′ 22″ ; ce qui s'accorde avec l'obſervation. Ainſi, les lames de ſuperpoſition décroiſſent dans ce cryſtal ſuivant la loi indiquée plus haut ; c'eſt-à-dire, que les faces exagones de ces lames peuvent être repréſentées ſucceſſivement par les figures ABGHNO, AfiHrt, &c. (*fig.* 36).

47. Déterminons maintenant les angles plans du cryſtal, en commençant par ceux des faces triangulaires sag. Les triangles ſemblables anr, ocl, donnent $an : nr :: cl : ol :: \sqrt{3} : \sqrt{5}$. De plus, $an : cn :: \sqrt{3} : \sqrt{2}$. Donc nous pouvons faire $an = \sqrt{3}$,

$nr = \sqrt{5}$, & $cn = \sqrt{2}$. Donc $ac = \sqrt{an^2 + cn^2} = \sqrt{5}$. Mais $cg = nr = \sqrt{5}$; donc le triangle rectangle acg est isocèle: d'où il suit que la face sag est elle-même un triangle rectangle isocèle; ce que l'observation confirme pareillement (*a*).

A l'égard des angles du trapèze $gmba$, considérant le triangle rectangle agr, nous avons $gr = cn = \sqrt{2}$, & $ar = \sqrt{an^2 + nr^2} = \sqrt{3+5} = \sqrt{8}$. Ce triangle résolu donne pour logarithme de la tangente de agr, le nombre 10301030o, qui répond à 63° 26′ 5″, valeur de chacun des deux angles agm, bmg; d'où il suit que celle de chacun des angles gab, mba, est de 116° 33′ 55″.

Concevons maintenant que le cristal ait à chacune de ses extrémités les deux facettes surnuméraires dont j'ai parlé plus haut (45). Si ces facettes sont assez grandes pour se toucher par leurs sommets, elles deviendront, dans ce cas, des quadrilatères alongés, tels que *oais* (*fig.* 37); les faces triangulaires du

(*a*) L'existence de l'angle droit dont il s'agit ici assure les valeurs trouvées pour tous les autres angles, d'après le principe énoncé pag. 26 de l'Introduction.

cryſtal ſe trouveront changées elles-mêmes en d'autres quadrilatères *d o s b*, *i m g s*, & les grandes faces ſeront des exagones irréguliers, dont la *fig.* 37 repréſente deux moitiés *a h t m i*, *a h k d o*. Tant que les coupes, qui ſe font dans le cryſtal, ne paſſent que ſur les facettes accidentelles, ces coupes ſont des rectangles, tels que *c d b n* (*fig.* 36). Au-delà du point où ces coupes paſſent auſſi ſur les quadrilatères qui ſont reſtés des faces triangulaires du cryſtal, les rectangles ſe changent en octogones ſemblables à *c* B G *n b* N O *d* (*fig.* 36). Enfin, la figure de la dernière coupe, qui paſſe par les deux pointes du cryſtal, eſt un exagone ſemblable à ceux que l'on détache de l'octaèdre ſimple & ſans facettes ſurnuméraires. Si au contraire ces facettes ſont trop petites pour ſe toucher, auquel cas il eſt aiſé de voir que les faces triangulaires de l'octaèdre ſe trouvent changées en pentagones, alors les coupes octogones conſervent leur figure ſans paſſer à celle de l'exagone.

48. Les facettes dont il s'agit réſultent de la même loi de décroiſſement qui a lieu dans l'octaèdre à ſommets aigus (42), par rapport aux grands côtés des lames qui compoſent cet octaèdre; c'eſt-à-dire, que les lames du cryſtal à facettes, au lieu d'être conſtantes

dans leur axe ou leur hauteur, décroiſſent vers leurs extrémités A, H (*fig.* 36), par des ſouſtractions d'une double rangée de molécules conſtituantes. Auſſi, l'angle que forment les plans des facettes ſurnuméraires ſe trouve-t-il être de 76° 39′ 27″, comme celui que forment les grandes faces de l'octaèdre à ſommets aigus par leurs inclinaiſons ſur les arêtes *a b*, *o x*, (*fig.* 30).

49. J'ai dit (13) que quand les décroiſſemens ſe faiſoient par des ſouſtractions d'une double rangée de molécules conſtituantes, il ſe pouvoit qu'il y eût des ſtries ſenſibles ſur la ſurface du cryſtal. J'ai apperçu de ces ſtries, à l'aide de la loupe, ſur les facettes ſurnuméraires de l'octaèdre dont je viens de parler. Auſſi ces facettes ſont-elles préciſément de celles où les décroiſſemens des lames ſuivent la loi indiquée.

50. D'après les données que fournit cette loi, & en général la ſtructure de ce cryſtal, on peut déterminer, par le calcul, les angles plans du même cryſtal, dans le cas des facettes ſurnuméraires. Je me borne à donner le réſultat de ce calcul.

1°. Pour la facette *a o s i* (*fig.* 37 & 39), *i o s* = 87° 42′ 27″. *a o s* ou *a i s* = 110° 29′ 16″. *i a o* = 51° 19′ 1″.

2°. Pour le quadrilatère $s\,i\,m\,g$ (*fig.* 37 & 40), $i\,m\,s = 90°$. $m\,i\,s$ ou $m\,g\,s = 108°\ 25'\ 48''$. $g\,s\,i = 53°\ 8'\ 24''$.

3°. Pour l'exagone $l\,r\,a\,b\,z\,x$ (*fig.* 38), $b\,a\,r = a\,b\,z = 116°\ 33'\ 54''$. $l\,r\,a = b\,z\,x = 108°\ 26'$. $r\,l\,x = z\,x\,l = 135°\ 0'\ 6''$.

Le ſpath peſant eſt ſuſceptible de pluſieurs autres variétés de formes, dont je ne dirai qu'un mot. Ce ſpath ſe trouve cryſtalliſé, par exemple, tantôt en lames exagones, & tantôt en lames rectangles, avec des biſeaux ſur les bords; ce dernier porte le nom de *ſpath peſant* en tables. Il ſera aiſé, avec un peu d'attention, de ramener la ſtructure de ces lames à celle des cryſtaux octaèdres dont j'ai parlé, & dont elles ne ſont, pour ainſi dire, que des ſegmens. On déterminera, avec la même facilité, la loi des décroiſſemens que ſubiſſent les lames compoſantes, dans le cas où les cryſtaux ont ſur leurs rebords des biſeaux qui réſultent de ces mêmes décroiſſemens.

ARTICLE V.

Application aux ſpaths fluors-phoſphoriques.

51. LA plupart des cryſtaux de ce genre ont une diſpoſition encore plus prochaine que

les ſpaths peſans, à répandre une lumière au milieu de l'obſcurité, puiſqu'il ſuffit, pour leur faire produire cet effet, d'en jeter des fragmens ſur des charbons ardens, ſans aucune préparation.

Ce même genre de pierre, très-peu varié quant aux formes qu'il préſente, eſt peut-être celui dont l'aſpect eſt le plus ſuſceptible de ſe diverſifier, par les couleurs vives & multipliées dont la Nature a peint ſes différens cryſtaux, & qui les ont fait aſſimiler au cryſtal de roche violet, & à la plupart des cryſtaux gemmes, ſous les noms de *fauſſe améthiſte*, *fauſſe émeraude*, *faux rubis*, &c.

Les formes des ſpaths fluors ſe réduiſent à celle de l'octaèdre & à celle du cube, qui eſt la forme qu'il affecte le plus ordinairement, avec quelques modifications qui indiquent le paſſage d'une de ces formes à l'autre. Mais nous verrons bientôt que ces mêmes formes, ſi ſimples & ſi régulières, cachent une ſtructure pour ainſi dire équivoque, & qui ne permet que d'aſſigner, par conjecture, la véritable figure des molécules conſtituantes de ces ſpaths.

Forme primitive.

SPATH FLUOR-PHOSPHORIQUE OCTAÈDRE. *Id.* DAUBENT. *Tabl. minér.*

Développement. Huit triangles équilatéraux.

52. Les divers cryſtaux de forme primitive dont nous avons conſidéré juſqu'ici la ſtructure, ne peuvent être diviſés qu'en petits cryſtaux d'une forme unique, & qui a les mêmes angles que le cryſtal entier. Il n'en eſt pas de même de l'octaèdre des ſpaths fluors; de quelque manière qu'on y faſſe des ſections pour détacher les parties qui le compoſent, il eſt impoſſible de ramener ces parties à l'unité de figure, & la diviſion donne toujours au moins des cryſtaux de deux formes, je veux dire des octaèdres & des tétraèdres.

Soit *abnts* (*fig.*41) un octaèdre de ſpath phoſphorique. Suppoſons que l'on faſſe paſſer par les milieux *c*, *o*, *g*, *f*, *d*, &c., des arètes de cet octaèdre, des plans coupans dirigés parallèlement à ſes faces (ce qui eſt la ſeule manière de diviſer le cryſtal par des coupes nettes), les différentes ſections que l'on aura faites, produiront ſix octaèdres partiels, dont chacun ſe confondra par l'une de ſes pyramides avec l'un des angles ſolides de l'octaèdre total, & huit tétraèdres à faces équilatérales, qui ſe réuniront par un de leurs angles ſolides au centre de l'octaèdre total, avec les ſommets des pyramides inférieures des octaèdres

partiels. Les triangles *cog*, *gre*, *ohf*, &c., repréſentent les faces extérieures de ces tétraèdres.

De plus, chaque octaèdre partiel ayant une hauteur ſous-double de celle de l'octaèdre total, ſera $\frac{1}{8}$ de cet octaèdre, & chaque tétraèdre ſera $\frac{1}{4}$ de l'un des octaèdres partiels.

Obſervons maintenant qu'en diviſant un tétraèdre parallèlement à ſes faces par des ſections faites ſur les moitiés des côtés de ces mêmes faces, on a quatre nouveaux tétraèdres, dont chacun eſt $\frac{1}{8}$ du tétraèdre entier, plus un octaèdre qui eſt la moitié du même tétraèdre.

Suppoſons que, par de nouvelles coupes ſemblables à celles qui viennent d'être indiquées, on ſous-diviſe les ſix octaèdres & les huit tétraèdres que l'on avoit eus d'abord, en de nouveaux octaèdres & tétraèdres (auquel cas il eſt facile de voir que chaque tétraèdre ſera le quart d'un des octaèdres produits par la même diviſion), les nombres d'octaèdres & de tétraèdres que l'on obtiendra ſucceſſivement, formeront deux ſuites récurrentes; ſavoir:

pour les octaèdres, 6. 44. 344. 2736. 21856, &c.
& pour les tétraèdres, 8. 80. 672. 5440. 43648, &c.

Exprimons maintenant chacun des termes

de ces deux séries, par une formule générale qui nous sera nécessaire dans la suite. On peut observer que, dans la série supérieure, un terme quelconque du rang n est égal à huit fois le terme précédent, moins au nombre 2, élevé à la puissance n. Cela posé, le premier terme étant 6, on aura pour l'expression des différens termes de la série,

$6, 6.2^3 - 2^2, 6.2^6 - 2^5 - 2^3, 6.2^9 - 2^8 - 2^6 - 2^4 \ldots$

& en général, l'expression d'un terme quelconque sera,

$A = 6.2^{3n-3} - 2^{3n-4} - 2^{3n-6} - 2^{3n-8} \ldots\ldots - 2^n.$

Or, les termes négatifs étant pris dans un ordre renversé, forment une progression géométrique croissante, dans laquelle le premier terme $a = 2^n$, le dernier terme $u = 2^{3n-4}$, & la raison $q = 4$.

Donc $s = \frac{qu-a}{q-1} = \frac{4.2^{3n-4} - 2^n}{3} = \frac{2^{3n-2} - 2^n}{3}$

$= \frac{1}{12} 2^{3n} - \frac{1}{3} 2^n.$

Donc, en substituant, l'on aura,

$A = 6.2^{3n-3} - \frac{1}{12} 2^{3n} + \frac{1}{3} 2^n = \frac{6}{8} 2^{3n} - \frac{1}{12} 2^{3n}$

$+ \frac{1}{3} 2^n = \frac{2}{3} 2^{3n} + \frac{1}{3} 2^n = \frac{2}{3} 8^n + \frac{1}{3} 2^n.$

A l'égard de la loi que suivent les termes de la série inférieure, on remarquera que chacun de ces termes est égal au double du

Digitized by Google

terme correſpondant de la ſérie ſupérieure, moins au nombre 2 élevé à la puiſſance $n+1$; d'où il ſuit que l'expreſſion générale d'un terme quelconque de cette ſérie eſt,

$$B = \tfrac{4}{3}\,8^n + \tfrac{2}{3}\,2^n - 2^{n+1} = \tfrac{4}{3}\,8^n + \tfrac{2}{3}\,2^n - 2.2^n = \tfrac{4}{3}\,8^n - \tfrac{4}{3}\,2^n = \tfrac{4}{3}\,(8^n - 2^n).$$

On peut encore retirer d'un octaèdre de ſpath fluor, des parties d'une forme différente de celle de l'octaèdre & du tétraèdre: par exemple, des rhomboïdes dont les ſix faces auront leur grand angle de 120°; mais ces rhomboïdes ne ſont eux-mêmes que des aſſemblages d'un octaèdre & de deux tétraèdres, appliqués ſur deux faces oppoſées de cet octaèdre. En général, les parties détachées du cryſtal entier ſe réduiront toujours, en dernière analyſe, à des octaèdres & à des tétraèdres, ſans qu'il ſoit poſſible, même par des ſections ſuppoſées & purement idéales, de concevoir un octaèdre diviſé en tétraèdres ſemblables à ceux dont il s'agit, c'eſt-à dire, dont les faces ſoient des triangles équilatéraux.

53. Si l'on s'en tenoit ici à la ſimple apparence, il faudroit admettre dans le ſpath fluor une ſtructure mixte, & des molécules conſtituantes de deux formes diverſes. Mais une

Digitized by Google

pareille ſuppoſition eſt également contraire à & à la raiſon d'analogie qui ſe tire de la ſtructure uniforme de tant d'autres cryſtaux, & à la ſimplicité que tout nous porte à reconnoître dans la compoſition des corps naturels. Je penſe donc qu'il en eſt ici de l'une des deux formes dont il s'agit, comme des portions de cryſtaux qui paroiſſent exiſter ſur les bords des lames compoſantes dans les cryſtaux ſecondaires; c'eſt-à-dire, que les tétraèdres ou les octaèdres ſe trouveroient nuls, ſi nous pouvions pouſſer la diviſion du ſpath fluor juſqu'à ſes molécules conſtituantes. Ainſi, d'après cette conjecture, les premiers octaèdres, formés par le groupement des molécules conſtituantes, étoient ſimplement compoſés, par exemple, ſoit de ſix petits octaèdres, ſoit de huit tétraèdres réunis par les bords, & qui, ſe groupant enſuite avec d'autres cryſtaux de la même forme, ont produit des octaèdres d'un certain volume, & dans leſquels les vuides, laiſſés par la non-exiſtence des tétraèdres ou des octaèdres, ſont inſenſibles par rapport à nous.

Comme on n'a jamais obſervé le ſpath fluor ſous la forme du tétraèdre, tandis qu'on retrouve, dans ce genre de cryſtaux, l'octaèdre avec ſes modifications; il ſembleroit peut-être

Digitized by Google

plus naturel de penſer que les molécules de ce ſpath ſont des octaèdres. Cependant la grande ſimplicité de la figure du tétraèdre pourroit faire pencher auſſi en faveur de cette même figure. Je ne déciderai point ici entre ces deux opinions ; j'eſpère que les recherches que je me propoſe de faire ſur quelques autres cryſtaux, dont la ſtructure conduit à admettre de même des vacuoles dans leur intérieur, contribueront à répandre de nouvelles lumières, & à fixer nos idées ſur le fait particulier dont il s'agit.

La quantité de vuide qui exiſteroit dans un octaèdre de ſpath fluor, ſi la choſe étoit telle que je le ſuppoſe, ne peut faire une difficulté ſérieuſe. Suppoſons, pour un inſtant, le cryſtal ſans vacuoles. Soit a^3 la ſolidité d'un des petits octaèdres compoſans ; $\frac{1}{4}\,a^3$ repréſentera la ſolidité d'un des tétraèdres correſpondans ; d'où il eſt aiſé de conclure, d'après les formules trouvées plus haut, que la ſolidité de tous les octaèdres ſera à celle des tétraèdres, comme $\frac{2}{3}\,a^3\,8^n + \frac{1}{3}\,a^3\,2^n$ eſt à $\frac{1}{4}\,a^3\,(\frac{4}{3}\,8^n - \frac{4}{3}\,2^n) = \frac{1}{3}\,a^3\,8^n - \frac{1}{3}\,a^3\,2^n$. Remarquons maintenant qu'à meſure que n augmente, la quantité $a^3\,2^n$ devient plus petite, par rapport à la quantité $a^3\,8^n$; en ſorte que ſi l'on fait ſucceſſivement $n = 1$, $n = 2$, $n = 3$, &c., on

aura $a^3 2^n = \frac{1}{4} a^3 8^n$, $a^3 2^n = \frac{1}{16} a^3 8^n$, $a^3 2^n = \frac{1}{64} a^3 8^n$, &c.; & en général $a^3 2^n = \frac{1}{4^n} a^3 8^n$. D'où il suit que si l'on représente par n le nombre qui répond à la dernière de toutes les divisions possibles, ce nombre étant en quelque sorte infini, la quantité $a^3 2^n$ pourra être considérée comme presque nulle, par rapport à la quantité $a^3 8^n$. Si donc l'on suppose que le cryſtal ne soit composé que d'octaèdres, la quantité de vuide sera à la quantité de matière à-peu-près dans le rapport de $\frac{1}{3} a^3 8^n$ à $\frac{2}{3} a^3 8^n$; c'est-à-dire; qu'elle en sera presque la moitié. Si l'on conçoit au contraire que les tétraèdres existent seuls, la quantité de vuide sera un peu plus que le double de la quantité de matière; suppositions qui paroissent très-admissibles, lorsque l'on fait attention à la grande porosité des corps.

Forme secondaire.

SPATH FLUOR-PHOSPHORIQUE CUBIQUE. *Id.* DAUBENT. *Tabl. minér.*

54. J'ai déjà fait voir (5) de quelle manière il falloit diviser un cube de spath phosphorique pour en retirer le noyau octaèdre. Les lames qui recouvrent ce noyau sont, comme je l'ai dit, les unes triangulaires, & les autres

exagones ; & si l'on fait attention que ces lames ne peuvent être sous-divisées que par des sections parallèles aux faces du noyau, on concevra que, dans ce cas, leurs grandes faces se trouveront partagées en un certain nombre de triangles équilatéraux, dont les uns, tels que *k*, *x*, *y* (*Pl. I*, *fig.* 2), représenteront des faces de petits octaèdres engagés dans l'épaisseur des lames, & les autres, tels que *t*, *z*, représenteront des vuides interposés entre ces octaèdres, ou *vice versâ*; en sorte que les rebords *bc*, *df*, *ae*, seront tout hérissés de petites pointes, que l'on appercevroit sur la surface du cube, si nous avions des instrumens d'Optique assez parfaits.

55. A l'égard des décroissemens que subissent les lames de superposition, il est aisé de concevoir qu'ils n'ont lieu que par rapport aux côtés *bc*, *df*, *ae* (*fig.* 2), qui correspondent aux angles solides du noyau. Soit *abdc* (*fig.* 42) une coupe géométrique du noyau, prise sur les hauteurs *ab*, *bd*, *dc*, *ca*, de quatre des faces de l'octaèdre. Cherchons la loi des décroissemens qui se font dans la partie qui répond à l'angle *a*. D'après le principe exposé ci-dessus (27), il faudra estimer ces décroissemens par rapport à un plan qui seroit de niveau avec la face triangulaire,

dont *a b* est la hauteur, ou, ce qui revient au même, par rapport à la ligne *a n*, prolongement de *a b*. Soit menée *a h*, parallèle à *b c*, il est clair que les rebords des lames de superposition seront contigus à cette ligne *a h*. Soit *a g o* le triangle mensurateur, dans le cas présent. On aura *o g* égal à la hauteur d'une des faces d'une molécule élémentaire octaèdre. Mais de plus *o g* est parallèle à *a b*; donc le triangle *a g o* est semblable au triangle *a b c*. D'où il résulte que *a o* est aussi la hauteur d'une des faces d'une molécule constituante. Si l'on termine le rhombe *a o g e*, il est aisé de voir que ce rhombe représentera une coupe semblable à *a b d c*; d'où il faut conclure que les décroissemens se font par des soustractions d'une rangée de petits octaèdres (*a*).

56. Quant au spath phosphorique octaèdre cunéiforme, c'est-à-dire, dont les deux sommets sont en arête, au lieu d'être en pointe, on voit évidemment que ce cristal n'est autre chose que le noyau du cube, alongé par une application de nouvelles lames triangulaires,

(*a*) Si l'on supposoit que les molécules constituantes fussent des tétraèdres au lieu d'octaèdres, on trouveroit de même que les décroissemens se font par des soustractions d'une rangée de ces tétraèdres.

faite

faite de deux côtés opposés de l'octaèdre simple. Il sera également facile de concevoir la structure de toutes les formes de crystaux intermédiaires entre celle de l'octaèdre & celle du cube ; par exemple, de celle qui a quatorze faces, savoir, six quarrés & huit triangles équilatéraux qui remplacent les angles solides du cube. Tous ces passages se présentent d'eux-mêmes, lorsqu'on divise un cube de spath-fluor pour en extraire le noyau octaèdre.

57. La crystallisation du sel marin offre les principales variétés que l'on observe dans les crystaux de spath fluor-phosphorique. Mais l'identité de ces formes se trouve jointe à une structure bien différente de part & d'autre, puisque le spath-fluor n'est composé que d'octaèdres ou de tétraèdres, au lieu que le sel marin est un assemblage de petits cubes ; en sorte que la forme primitive de l'un de ces genres de crystaux n'est, par rapport à l'autre, qu'une forme secondaire, & *vice versâ*. Chacun pourra faire aisément la comparaison de l'un avec l'autre, en rapprochant l'article précédent, de ce qui a été dit vers le commencement de cet Ouvrage (9) sur la structure du sel marin octaèdre.

ARTICLE VI.

Application aux cryſtaux de gypſe.

58. LA ſtructure des cryſtaux de gypſe eſt en général peu compliquée, & ſe laiſſe entrevoir dans la plupart de leurs variétés par des indices plus ou moins ſenſibles. Il eſt rare qu'on n'y découvre pas des fractures propres à faire naître dans l'eſprit d'un Obſervateur, des idées ſur la figure & ſur la diſpoſition reſpective des parties conſtituantes de ces cryſtaux. Auſſi, dès l'année 1710, c'eſt-à-dire, dans un temps où l'étude de la Cryſtallographie étoit à peine naiſſante, M. de la Hire a-t-il donné à l'Académie un Mémoire ſur la ſtructure du gypſe en fer de lance de Montmartre; & ſi les explications de ce ſavant Académicien ſont plus ingénieuſes que fondées, comme j'eſpère le prouver dans la ſuite de cet article, c'eſt que n'ayant ſous les yeux que des fragmens de ce même gypſe, & ne conſidérant qu'une partie iſolée d'un enſemble, où tout eſt lié par des rapports intimes & néceſſaires, il n'a pu parvenir aux inductions qui ſe tirent de la comparaiſon d'une forme

Digitized by Google

avec une autre, & qui ſervent de guides pour ramener à une ſeule figure primitive toutes les différentes variétés d'une même ſorte de cryſtal.

L'examen des cryſtaux dont il s'agit ne m'ayant point offert juſqu'ici d'indications aſſez sûres pour que je puſſe déterminer avec une certaine préciſion la valeur de leurs angles, j'ai meſuré les principaux de ces angles avec tout le ſoin poſſible, & j'ai déduit enſuite de ces meſures, à l'aide du calcul, celles des autres angles qui en dépendent, en pouſſant l'approximation ſeulement juſqu'aux minutes de degré.

Forme primitive.

GYPSE EN LAMES RHOMBOÏDALES. Gypſe en cryſtaux rhomboïdaux. DAUBENT. *Tabl. minér.*

Développement. Deux parallélogrammes obliquangles A B C D (*Pl. V, fig. 43*), & ſix rectangles. Angles du parallélogramme B A D = B C D = 113°. A D C = A B C = 67°.

59. Les lames dont il s'agit ſe ſous-diviſent, comme tous les autres cryſtaux de forme primitive, par des ſections parallèles à leurs différentes faces; mais les coupes qui ſe font

parallèlement aux grandes faces obliquangles, ſont bien plus nettes que les ſections latérales que l'on peut faire dans les autres ſens.

Quant aux molécules conſtituantes dont ces lames ne ſont que des aſſemblages, on verra plus bas quels ſont les moyens que j'ai employés pour découvrir la vraie forme de ces molécules, qui eſt celle d'un parallélipipède, ou d'un priſme droit quadrangulaire, dont les baſes ſont des parallélogrammes obliquangles, ayant auſſi leurs angles de 113° & de 67°, & leurs côtés dans le rapport de 12 à 13, & dont les faces latérales ſont des rectangles, dans leſquels le côté qui meſure la hauteur du priſme eſt comme 32.

Forme ſecondaire.

GYPSE A DIX FACES. (*fig.* 47). *Id.* DAUBENT. *Tabl. minér.*

Développement. Deux parallélogrammes obliquangles *s o d p* (*fig.* 44). Quatre grands trapèzes *p d g m* (*fig.* 45). Quatre petits trapèzes *d o n g* (*fig.* 46).

Angles du parallélogramme $p\,s\,o = o\,d\,p = 127°$. $s\,p\,d = s\,o\,d = 53°$.

Angles du grand trapèze $p\,m\,g = 43°\,27'$. $d\,g\,m = 59°\,28'$. $d\,p\,m = 136°\,33'$. $p\,d\,g = 120°\,32'$.

Digitized by Google

Angles du petit trapèze $dgn = 84° 48'$. $odg = 95° 12'$. $don = 127° 22'$. $ong = 52° 38'$.

60. Le cryſtal décaèdre, qui eſt l'objet de cet article, & dont tous les autres cryſtaux de gypſe ne ſont que des variétés, ſe trouve communément dans les carrières de Montmartre & des environs. Les parallélogrammes obliquangles, dont l'un eſt repréſenté (*fig.* 44), forment deux faces oppoſées de ce cryſtal. Les quatre grands trapèzes ſont réunis deux à deux, comme les repréſentent *p m g d*, *m g a r* (*fig.* 47); en ſorte que leur inclinaiſon ſur l'arête *m g*, & ſur celle qui lui eſt oppoſée, forme en cet endroit un angle très-obtus. Les quatre petits trapèzes ſont pareillement réunis deux à deux aux extrémités du cryſtal; où ils forment par leur inclinaiſon ſur l'arête *g n*, & ſur celle qui ſe trouve dans la partie oppoſée, des angles moins obtus que les précédens.

Le décaèdre dont il s'agit ſe diviſe d'abord parallèlement à ſes deux faces rhomboïdales. Si l'on ſuppoſe la diviſion faite ſucceſſivement des deux côtés oppoſés, on détachera des lames qui toutes auront les mêmes angles, & qui iront en croiſſant graduellement juſqu'à

celle du milieu, qui eſt la plus grande de toutes.

Quant aux parties compoſantes de ces lames, elles ont entr'elles une adhérence qui ne permet pas de les ſéparer avec la même facilité. Le moyen le plus avantageux pour appercevoir les petits parallélogrammes obliquangles dont ces mêmes lames ſont l'aſſemblage, eſt de frapper deſſus à pluſieurs repriſes avec quelque corps dur : alors les lignes de ſéparation ſe manifeſteront; & en faiſant un léger effort comme pour rompre la lame, on vaincra aiſément l'adhérence de ſes parties compoſantes. On peut encore placer cette lame ſur une pelle chaude, juſqu'à ce que la matière gypſeuſe ſoit devenue toute blanche par l'action du feu; lorſqu'on l'aura retirée, on appercevra diſtinctement pluſieurs fragmens ou petites lames ayant la forme primitive, qui ſe feront détachées d'elles-mêmes par l'exfoliation; & l'on pourra s'en procurer un plus grand nombre, en frappant avec précaution ſur cette même lame calcinée.

Le grand angle de chaque lame étant, comme je l'ai dit, de 127°, & le petit angle de 53°, ſi l'on ſous-diviſe une de ces lames, on la voit ſe partager en parallélogrammes

obliquangles, tels que *brpg* (*fig.* 48), disposés de manière qu'ils ont leurs grands côtés *br*, *gp*, alignés dans le même sens que les petits côtés *ae*, *li* de la grande lame dont ils font partie, & leurs petits côtés *bg*, *rp*, opposés aux angles aigus de la même lame. En imaginant la division poussée jusqu'au point où ces parallélogrammes seroient les faces des molécules constituantes, on concevra que tous les espaces triangulaires, disposés le long des côtés *al*, *ei*, se trouvent vuides par la soustraction d'un nombre égal de molécules.

Le noyau du gypse dont nous considérons ici la structure, est indiqué par le parallélogramme *htsf*, qui représente une de ses bases.

Chacun des espaces triangulaires *agb*, *brc*, est évidemment égal à la moitié de chacun des parallélogrammes de forme primitive; en sorte que la base *ab* ou *bc* du triangle est elle-même égale à la petite diagonale *rx* d'un de ces parallélogrammes. L'angle *bag*, mesuré avec soin, est, à très-peu de chose près, de 53°, & l'angle *abg* est de 60°. Il suit de ces valeurs que les deux côtés *bg*, *ag*, opposés l'un à l'angle de 53° & l'autre à l'angle de 60°, sont entr'eux comme les sinus de ces mêmes angles, c'est-à-dire, comme les

nombres 7986, & 8660. Or, ces nombres eux-mêmes ſont dans le rapport de 12 à 13 $+\frac{51}{3993}$; laquelle fraction peut être négligée ici, puiſqu'elle ne vaut pas $\frac{1}{78}$. Mais les côtés *b g*, *a g* du triangle *a b g* étant proportionnels aux côtés *t h*, *t s* de la baſe *t h f s* du noyau, il s'enſuit que ces derniers ſont auſſi entr'eux à-peu-près comme les nombres 12 & 13; & par conſéquent les baſes du priſme qui repréſente les molécules conſtituantes du gypſe, ſont des rhombes un peu alongés, ainſi que je l'ai dit plus haut (59).

61. Cherchons maintenant la loi des décroiſſemens que ſubiſſent les lames de ſuperpoſition. Si l'on meſure l'angle que forment par leur inclinaiſon les grandes faces en trapèze du cryſtal ſur l'arête *m g* (*fig.* 47), ou ſur celle qui lui eſt oppoſée, on trouve cet angle de 144°. Soit *r o g* (*fig.* 49), le triangle menſurateur; l'angle *r g o*, égal à la moitié du précédent, ſera par conſéquent de 72°. De plus, *r o* ſera la hauteur d'un des petits priſmes qui forment les molécules conſtituantes; & quant à *o g*, ce qui ſe préſente de plus naturel, eſt de ſuppoſer qu'il eſt égal à la hauteur *o g* (*fig.* 48) d'un des eſpaces triangulaires *a b g*; auquel cas les décroiſſemens dont il s'agit ici, ſavoir ceux qui ont lieu

ſur les bords *a l*, *e i*, ſe feront par des ſouſtractions d'une rangée de molécules conſtituantes. En effet, il ſuit de cette ſuppoſition, comme nous le verrons bientôt, que les décroiſſemens ſe font ſur les bords *a e*, *l i*, par des ſouſtractions d'une double rangée de molécules : ce qui eſt analogue aux loix déjà obſervées dans d'autres cryſtaux.

Quoique les coupes latérales, qui ſe font dans le cryſtal, ne ſoient point aſſez nettes (60) pour que l'on puiſſe diſtinguer ſi les rebords de ces ames ſont inclinés ou non ſur leurs grandes faces, je ſuppoſe ici que les molécules conſtituantes ſont des priſmes droits ; car tout eſt parfaitement ſemblable des deux côtés oppoſés du cryſtal, ce qui indique de part & d'autre des décroiſſemens égaux. Or, cette égalité ne pourroit avoir lieu, ſi les petits priſmes dont il s'agit étoient obliques, parce que leurs rebords faiſant d'une part un angle aigu, & de l'autre un angle obtus avec les faces des lames ſur leſquelles ces priſmes repoſeroient par leurs baſes inférieures, les faces du cryſtal, compoſées de la ſomme de ces mêmes rebords, ne pourroient former de chaque côté des angles égaux, ſoit entr'elles, ſoit avec les autres parties du cryſtal.

Pour réſoudre le triangle *o r g* (*fig.* 49),

Digitized by Google

il faut d'abord connoître *o g*. Conſidérons cette même ligne dans le triangle *a o g* (*fig.* 48). Nous avons l'angle *a* de 53°, l'angle *o* de 90°, & le côté *a g*=8660 (60). Réſolvant ce triangle, on trouvera le nombre 38398665 pour le logarithme de *o g*.

Il eſt facile maintenant de réſoudre le triangle *o r g* (*fig.* 49), à l'aide de ce logarithme, & des angles *g* = 72° & *r* = 18°. On trouvera pour le logarithme de *o r* le nombre 43280904, qui répond à 21290. Ce dernier nombre exprime la hauteur *o r* d'un des priſmes qui donnent les molécules conſtituantes. Comparant cette hauteur avec le côté *b g* (*fig.* 48), dont l'expreſſion eſt 7986 (60), on trouvera que le rapport de l'un à l'autre eſt celui de 12 à 32 à moins d'un $\frac{1}{100}$ près, comme je l'ai déjà indiqué (59).

Paſſons à la loi des décroiſſemens que ſubiſſent les lames compoſantes du côté des petites faces du cryſtal. L'angle que forment entr'elles ces faces, en s'inclinant l'une ſur l'autre, eſt, à vue d'œil, beaucoup moins obtus que celui des grandes faces; ce qui indique que les décroiſſemens ſe font, dans le cas préſent, par des ſouſtractions d'une double rangée de molécules.

Soit *c p d* (*fig.* 50), le triangle menſurateur

Digitized by Google

pour le cas dont il s'agit ; il faut d'abord chercher la valeur de *c d*. Or, d'après la loi de décroiſſement ſuppoſée, il eſt facile de voir que *c d* eſt double de *b n* (*fig.* 48), menée perpendiculairement de l'angle *b* ſur le côté *a g*.

Dans le triangle *b n g*, nous avons l'angle $g = 67°$, l'angle $n = 90°$, & $bg = 7686$ (60). Réſolvant ce triangle, il viendra 3866354 pour le logarithme de *b n*. Ajoutant à ce logarithme celui de 2, nous aurons 4167385 4 pour le logarithme de *c d*.

Maintenant, dans le triangle *c p d* (*fig.* 50), on connoît *c p* = *o r* (*fig.* 49), dont le logarithme eſt 43280904, comme nous l'avons trouvé ci-deſſus. A l'aide de ce logarithme, & de celui de *c d*, & de plus, faiſant attention que l'angle *c* eſt droit, on trouvera pour le logarithme de la tangente de *c d p* le nombre 10160705 0, qui répond à l'angle de $55° 22'$; d'où l'on conclura que l'angle des faces cherché eſt de $110° 44'$. Or, l'obſervation donnant le même angle, il en réſulte que la loi de décroiſſement que nous avons ſuppoſée eſt celle à laquelle eſt aſſujettie la formation du cryſtal.

62. La valeur des angles plans du même cryſtal ſe déduit facilement des calculs pré-

Digitized by Google

cédens. Commençons par celle des angles du trapèze $p\,m\,g\,d$ (*fig.* 47). Ayant mené $p\,u$ perpendiculaire sur $m\,g$, $p\,k$ perpendiculaire par rapport à l'une quelconque des grandes faces des lames de superposition, & $u\,k$ aussi perpendiculaire sur $p\,k$, nous aurons le triangle $p\,u\,k$ semblable au triangle $r\,g\,o$ (*fig.* 49). Cherchant dans ce dernier triangle le côté $g\,r$, d'après les données qui sont indiquées plus haut (61), on trouvera pour son logarithme le nombre 43498841, qui par conséquent peut aussi représenter le logarithme de $p\,u$ (*fig.* 47).

Maintenant, si l'on fait attention que tandis qu'il n'y a qu'une rangée de molécules soustraite sur le bord $a\,l$ (*fig.* 48) d'une des lames composantes, il se fait une double soustraction sur le bord $a\,e$, on concevra que $g\,o$ ou son égal $x\,z$, mesurant les décroissemens qui se font sur le bord $a\,l$, la ligne $a\,z$ exprimera la quantité dont ce même bord seroit diminué pour la soustraction des deux rangées de molécules renfermées entre les lignes $a\,e$, $c\,f$. Donc la valeur de $a\,z$ pourra représenter celle de $m\,u$ (*fig.* 47). Or, $a\,z = a\,b + b\,c + c\,z = 2\,a\,b + a\,o$. Pour trouver $a\,b$, on considérera le triangle $a\,b\,n$, dans lequel on connoît l'angle a de 53°, l'angle n

de 90°, & le côté bn, dont le logarithme eſt 38663554, comme nous l'avons trouvé (61). Cela poſé, il viendra pour le logarithme de ab le nombre 39640068, qui répond à 9204, valeur de ab. Donc $ac =$ 18408. Maintenant, dans le triangle ago, on connoît l'angle a de 53°, l'angle o qui eſt droit, & le logarithme de $go =$ 38398665, ainſi que nous l'avons vu (61). Ce triangle réſolu donne pour le logarithme de ao le nombre 37169809, qui répond à 5211, valeur de ao. Donc $az = 18408 + 5211 = 23619$. Cette valeur ſera auſſi celle de mu (*fig.* 47), & l'on trouvera pour ſon logarithme le nombre 43732616.

Réſolvant le triangle rectangle pmu, d'après les données précédentes, on aura pour le logarithme de la tangente de pmu le nombre 99766225, qui répond à 43° 27′, valeur de pmu; d'où l'on conclura que l'angle $mpd = 136° 33'$.

Cherchons auſſi les angles d, g, du même quadrilatère. Ayant abaiſſé db perpendiculaire ſur mg, on aura $log.\,db = log.\,pu =$ 43498841. De plus, il eſt facile de voir, avec un peu d'attention, que az (*fig.* 48), repréſentant la quantité dont le bord al eſt diminué par la ſouſtraction des deux rangées,

Digitized by Google

de molécules compriſes entre ae, cf, la ligne lh, ou ſon égale $t\tau$, exprimera la quantité dont le même bord eſt diminué par la ſouſtraction correſpondante des deux rangées de molécules renfermées entre li, ty. Donc la valeur de $t\tau$ peut repréſenter celle de bg (*fig.* 47). Or, $t\tau = ct - c\tau = ac - ao =$ 18408 — 5211 = 13197, quantité dont le logarithme eſt 41204752, qui par conſéquent ſera auſſi celui de bg (*fig.* 47). Le triangle rectangle dbg étant réſolu d'après ces données, il viendra pour la tangente de l'angle dgb le nombre 102294089, qui répond à 59° 28′, valeur de dgb; d'où il ſuit que l'angle gdp eſt de 120° 32′.

Il ne reſte plus qu'à trouver les angles des trapèzes $dong$. Soient abaiſſées de, oy, perpendiculaires ſur gn, il eſt facile de voir que la valeur de chacune de ces lignes ſera repréſentée par celle de pd (*fig.* 50). Or, en achevant de réſoudre le triangle pcd, dont nous nous ſommes déjà occupés ci-deſſus, on trouvera pour le logarithme de pd le nombre 44127905, qui ſera auſſi le logarithme de de, ou oy (*fig.* 47).

On cherchera auſſi dg, & $on = pm$ (*fig.* 47), à l'aide des triangles dbg, pmu, & l'on aura $log.dg$ = 44145777, & $log.on =$

log. pm = 45124716. Réſolvant, d'après ces données, les triangles rectangles *dge*, *oyn*, on trouvera pour le logarithme du ſinus de l'angle *g* le nombre 99982128, qui répond à 84° 48′; & pour le logarithme du ſinus de l'angle *n* le nombre 99003189, qui répond à 52° 38′. D'où il ſuit que l'angle *d* = 95° 12′, & l'angle *o* = 127° 22′ (*a*).

63. Le parallélogramme *aeil* (*fig.* 48), qui repréſente les grandes faces des lames du gypſe décaèdre dont je viens d'expliquer la ſtructure, eſt ſujet à des variations de figure, produites le plus ſouvent par le défaut des angles *a* & *i*. Il arrive alors que les lames compoſantes prennent des figures arrondies, telles que *nehtlm* (*fig.* 51). Dans ce cas, la forme des cryſtaux ſubit elle-même des changemens plus ou moins conſidérables.

Ces arrondiſſemens, que l'on doit regarder comme des eſpèces de décroiſſemens, ſe font ſans doute par des ſouſtractions de molécules

(*a*) Les valeurs de ces logarithmes varient un peu, ſuivant les différentes analogies d'après leſquelles on peut les déterminer; mais ces variations ne tombant que ſur les dernières décimales, n'influent pas ſenſiblement ſur les réſultats.

Digitized by Google

conſtituantes ; & ſi ces ſouſtractions étoient variables dans la proportion néceſſaire pour que les ordonnées de la courbe fuſſent dans un rapport conſtant avec les abſciſſes, on pourroit déterminer la nature de cette courbe : mais comme les arrondiſſemens dont il s'agit prennent une multitude de courbures différentes par rapport aux divers cryſtaux d'une même ſorte, il paroît impoſſible de rien établir de fixe à cet égard, & il faut les regarder comme l'effet d'une cryſtalliſation confuſe & précipitée, dont on peut tout au plus aſſigner le rapport en général avec les formes nettes & bien prononcées, dont elle n'offre, pour ainſi dire, que des traits ébauchés & imparfaits.

S'il ne ſe fait qu'un léger arrondiſſement vers les angles *a*, *b* (*fig.* 51), en ſorte que le parallélogramme obliquangle *a d b c* prenne une figure ſemblable à *f c p d* ; dans ce cas, il ſe formera vers chacun des deux ſommets du cryſtal une face curviligne adoſſée aux deux faces planes en trapèzes : ce qui donnera à ces ſommets l'aſpect de deux pyramides à trois faces, dont celle qui eſt courbe forme quelquefois un arc bien arrondi, & d'autres fois à peine ſenſible, ſelon que les lames de

ſuperpoſition

ſuperpoſition ſont elles-mêmes plus ou moins arrondies par leurs petits angles. On trouve à Montmartre des cryſtaux de cette variété.

Les lames dont il s'agit, en prenant des figures plus arrondies, telles que *e h t l m n* (*fig.* 51), produiront des formes encore plus éloignées de celle du cryſtal décaèdre, & qui peuvent ſe modifier de diverſes manières, mais dans leſquelles il ſera facile, avec un peu d'attention, de reconnoître les traces de la forme primitive.

Enfin, ſi toutes les lames ont conſtamment une figure ſemblable à *g s r x* (*fig.* 51), laquelle eſt compoſée de deux ſegmens de courbe réunis par leurs cordes, & ſi ces lames vont en décroiſſant de part & d'autre de celle du milieu, il réſultera de leur aſſemblage un cryſtal de forme lenticulaire à-peu-près tel que ceux qu'offre le ſpath calcaire à ſommets très-obtus, dont les angles & les bords ſont émouſſés, mais qui aura une ſtructure très-différente de celle des cryſtaux ſpathiques dont il s'agit.

Toutes les variétés de cryſtaux que je viens de décrire ſont ſujettes à ſe grouper; & dans ce cas, les cryſtaux ſe regardent ordinairement par les faces qui ſont compoſées de la ſomme des grands bords de leurs lames. On

ſait que ceux qu'on appelle cunéiformes ne ſont autre choſe que des portions de deux cryſtaux lenticulaires, accolées enſemble par une de leurs faces, qui ſe trouve plane à l'endroit de la jonction. Il arrive aſſez ſouvent que les coupes de ces fragmens cunéiformes repréſentent à-peu-près deux triangles ſcalènes. La ſeule inſpection de la *figure* 52 ſuffit pour faire connoître le rapport des triangles *b a d*, *c a d* dont il s'agit, aux parallélogrammes *b g d l*, *c g d m*, dont ces triangles ſont des ſegmens. Les bords *b d*, *c d* de ces ſegmens ont toujours un poli terne, & ſont même quelquefois tout hériſſés de petites aſpérités, qui indiquent les ſouſtractions de tous les petits priſmes rhomboïdaux, qui auroient terminé les parallélogrammes, dans le cas d'une cryſtalliſation plus parfaite.

64. M. de la Hire (*a*) conſidéroit chacun de ces triangles comme un aſſemblage d'élémens, qui étoient eux-mêmes des triangles ſcalènes, tels que *a b r* (*fig.* 53), dont les angles étoient de 70, 60 & 50 degrés. Selon ce Savant, ces triangles étoient diſpoſés comme dans la *figure* citée; c'eſt-à-dire, que ceux qui étoient placés à droite, tels que

(*a*) Mémoires de l'Académie des Sciences, ann. 1710.

Digitized by Google

b a r, n'avoient point leur angle de 60° situé au point *b*, ni diagonalement opposé à l'angle de même valeur dans le triangle à gauche *a e r*, comme on l'observe par rapport à l'angle *s* du triangle *a p s*: mais l'angle au point *b* étoit le plus petit des trois angles du triangle *a b r*, c'est-à-dire, de 50° ; en sorte que la ligne *b r* convergeoit avec la ligne *a e*, au lieu de lui être parallèle comme *s p*, & que ces deux lignes formoient à leur réunion en *c* un angle de 10 degrés. Tous les angles dont il s'agit ont en effet, à quelque chose près, les mesures indiquées par M. de la Hire. Cette idée du renversement des triangles élémentaires, qui ont leur base sur la ligne *b c*, est, comme je l'ai observé, très-ingénieuse, & paroît d'abord fournir l'explication la plus vraisemblable de la structure des fragmens de gypse dont il s'agit. Mais lorsque l'on rapporte ces fragmens aux cristaux lenticulaires dont ils ont dû faire partie, & que l'on a sous les yeux tous les passages & toutes les dégradations de forme qui conduisent d'une variété à l'autre, on reconnoît que l'hypothèse de M. de la Hire, quoique séduisante, n'est point conforme à l'ouvrage de la Nature. C'est sur quoi il est nécessaire d'entrer dans un plus grand détail.

Digitized by Google

Soit *b d c a* (*fig.* 52), un fragment de gypſe cunéiforme. J'ai déjà obſervé que ce fragment faiſoit originairement partie de deux cryſtaux lenticulaires, accolés par une de leurs ſurfaces. Auſſi les côtés *b d*, *c d*, ſont-ils réellement curvilignes, quoiqu'aſſez ſouvent leur courbure ne ſoit pas fort ſenſible (*a*). M. de la Hire lui-même avoit remarqué cette courbure. Si l'on frappe ſur une lame détachée du fragment par une ſection parallèle à l'une de ſes grandes faces, les fractures ſe manifeſteront par des lignes anguleuſes *p a r*, *p s r*, &c. L'angle *p a r* eſt de 106°, & l'angle *p s r* de 120°. Diviſant par 2 chacun de ces angles, pour avoir ceux du triangle *a s p* ou *a s r*, on trouve que l'angle *p s a* ou *r s a* eſt de 60°, & l'angle *p a s* ou *s a r* de 53° : d'où il ſuit que *a p s* ou *a r s* eſt de 70°; ce qui s'accorde avec les meſures priſes ſur le gypſe décaèdre (60). Ces valeurs diffèrent ſenſiblement de celles qui ſont indiquées par M. de la Hire. Mais en employant les moyens les plus exacts que j'aie pu imaginer, & en réitérant les opérations ſur un grand

(1) On obſerve même communément une légère courbure dans les côtés *a b*, *a c*.

Digitized by Google

nombre de fragmens ; j'ai toujours trouvé les mêmes réſultats, à quelques légères différences près.

On voit, par cet expoſé, que les triangles *bad*, *cad*, doivent être regardés comme des ſegmens de deux parallélogrammes *bgdl*, *gcmd*, accolés comme le repréſente la figure. Le côté *gd*, par lequel les triangles ſont contigus l'un à l'autre, eſt toujours une ligne droite. Les deux autres côtés prennent des courbures plus ou moins ſenſibles ; & l'on doit concevoir que ces côtés ne ſont que la ſomme des angles extérieurs d'une multitude de molécules conſtituantes, entre leſquelles il reſte de petits vuides triangulaires, occaſionnés par la ſuppreſſion d'un certain nombre de molécules. Ce fait eſt analogue à celui qui a lieu pour le décroiſſement des lames de ſuperpoſition, excepté que, dans ce dernier cas, l'opération de la Nature eſt plus régulière & plus également graduée.

Ce n'eſt donc que par accident que les triangles *cfh*, *utx*, &c., qui ſe trouvent ſur le côté curviligne *cd*, ont à peu près des angles égaux à ceux des triangles *aen*, *nos*, &c., & ne paroiſſent autre choſe que des élémens ſemblables à ces mêmes triangles, mais diſpoſés dans une ſituation renverſée.

Digitized by Google

Au fond, les deux angles extérieurs des triangles *c f h*, *r o u*, &c., ſont ſujets à une multitude de variations, à cauſe de la courbure de la ligne *c d*. Ces variations n'ont point échappé à M. de la Hire; mais il les regardoit comme de ſimples jeux de la Nature. En un mot, ſa théorie péchoit, en ce qu'il penſoit que chacun des triangles extérieurs, tels que *c f h*, étoit originairement égal à la moitié d'un parallélogramme *e n o r* de figure primitive; au lieu que ce triangle n'eſt autre choſe qu'un ſegment irrégulier d'un parallélogramme, qui eſt demeuré incomplet par le défaut d'une partie des molécules qui devoient concourir à ſa formation.

65. On trouve à Saint-Germain-en-Laye, & ailleurs, des cryſtaux de gypſe décaèdre ſemblables à celui qui a été décrit plus haut (60), excepté que l'ordre des trapèzes eſt renverſé; c'eſt-à-dire, que ceux qui étoient les plus grands dans la première variété, ſont les plus petits dans celle dont il s'agit ici, *& vice versâ*.

Il y a des cryſtaux de cette même variété qui n'ont que huit faces, & qui peuvent être conſidérés comme des priſmes applatis & obliques, dont les pans, au nombre de ſix,

Digitized by Google

ſont des parallélogrammes obliquangles, & dont les baſes ſont des exagones alongés. Pour concevoir la ſtructure de ce cryſtal, il faut ſuppoſer que toutes les grandes lames rhomboïdales dont il eſt formé ont une longueur conſtante, & décroiſſent ſeulement en largeur.

Le gypſe à huit faces ſert de paſſage à d'autres variétés. Il arrive quelquefois, par exemple, que le triangle *a c e* (*fig.* 54) manque dans les parallélogrammes *a b g h*, qui repréſentent les grandes faces des lames compoſantes, & qu'en même temps le cryſtal ſe trouve engagé dans ſa matrice par ſon extrémité inférieure. Alors il ſe forme au ſommet une facette ſurnuméraire, compoſée de la ſomme de tous les bords ſemblables à *c e*, & les deux grandes faces du priſme deviennent des pentagones, tels que *c e n p b*.

66. Concevons de nouveau un cryſtal de gypſe à huit faces, & ſuppoſons que, ſur les deux lames extrêmes de ſuperpoſition ſemblables au parallélogramme *a b g h* (*fig.* 54), c'eſt-à-dire, ſur celles qui forment les deux grandes faces oppoſées du priſme, il ſe ſoit appliqué de nouvelles lames, toujours conſtantes dans leur hauteur *c m*, & qui décroiſ-

ſent ſeulement en largeur, juſqu'à ce qu'elles ſoient réduites à une ſimple arète. Dans ce cas, les exagones, qui terminent le priſme, ſe changeront en rhombes *a d b g* (*fig.* 55), les deux grandes faces du même priſme diſparoîtront, & les quatre autres, telles que *d b f e*, *b g h f*, &c., qui ſe ſeront accrues en largeur, formeront les pans d'un priſme tétragone & oblique. J'ai obſervé cette variété parmi de petits cryſtaux qui occupoient la cavité d'une géode gypſeuſe.

Quelques-uns des cryſtaux dont il s'agit ſe rapprochoient de la forme arrondie des cryſtaux lenticulaires, & ſubiſſoient encore d'autres modifications de forme que je ne m'arrêterai point à détailler. En général, il n'y a peut-être point de minéral dont les cryſtaux ſoient plus ſujets à ſe déformer que le gypſe; ce qui ſuppoſe une multiplicité d'accidens & d'actions perturbatrices dans la cryſtalliſation de cette eſpèce de ſubſtance anomale.

Digitized by Google

ARTICLE VII.

Application aux Cryſtaux de Grenats.

67. LES cryſtaux de ce genre ſe refuſent, pour l'ordinaire (*a*), par leur dureté, aux différentes ſections que l'on tenteroit d'y faire pour en détacher des lames qui euſſent le poli naturel. Mais en appliquant ici la théorie que

(*a*) Je dis *pour l'ordinaire ;* car j'ai obtenu, dans des grenats dodécaèdres, des ſections nettes, & d'un aſſez beau poli, faites parallèlement à leurs faces rhomboïdales ; ce qui vient à l'appui de la théorie qui ſera expoſée dans cet article. Ces ſections prouvent encore évidemment que les grenats dont il s'agit ne peuvent avoir la même ſtructure, ni les mêmes molécules compoſantes, que les cryſtaux dodécaèdres dont j'ai parlé N°. 8, & qui reſſemblent à des grenats, excepté qu'ils ſont aſſez ſouvent d'une couleur verdâtre, & que les ſtries qui ſillonnent leurs faces, indiquent, ainſi que je l'ai expliqué au même endroit, qu'ils ſont compoſés de molécules cubiques. Or, des cryſtaux dont les molécules ſont eſſentiellement différentes de celles des grenats reconnus pour tels, ne peuvent être du même genre ; & il faut néceſſairement que ceux dont je viens de parler ſoient, comme je l'ai dit, d'une nature particulière. (*Voyez pag. 59, Note 1*).

Digitized by Google

j'ai déduite des obſervations faites ſur les cryſtaux qui ſe laiſſent facilement entamer, & en profitant des indices extérieurs de cryſtalliſation, qui annoncent la poſition des lames, je crois être parvenu à expliquer la ſtructure des grenats de la manière la plus vraiſemblable.

Forme primitive.

GRENAT DODÉCAÈDRE (*Pl. VI, fig. 56*). Grenat à douze faces. DAUBENT. *Tableau minér.*

Développement. Douze rhombes égaux & ſemblables entr'eux. L'angle obtus *a c d* ou *a b d* de ces rhombes (*fig. 57*), eſt de 109° 28′ 16″; & l'angle aigu *b a c* ou *b d c* = 70° 31′ 44″.

68. Le grenat dont il s'agit peut être conſidéré comme un aſſemblage de quatre rhomboïdes, ayant leurs angles plans égaux à ceux du rhombe *a b d c*, & diſpoſés de manière qu'ils ont un de leurs ſommets obtus au centre du dodécaèdre, & l'autre ſommet à découvert (*a*). Les trois rhombes qui ſe

(*a*) Cette manière de concevoir la ſtructure des grenats, que j'ai vue depuis expoſée ailleurs, ſe trouve dans un Mémoire que j'ai préſenté à l'Académie, ſur ce genre de cryſtaux, vers la fin de l'année 1780.

Digitized by Google

réuniſſent pour former un de ces derniers ſommets, ſont repréſentés par *abdc*, *caon*, *cden* (*fig.* 56). Chacun de ces mêmes rhomboïdes doit être cenſé diviſible en un nombre cubique de petits rhomboïdes égaux entr'eux, & ſemblables à celui dont ils ſont partie; d'où il ſuit que le grenat dodécaèdre eſt auſſi l'aſſemblage d'une multitude de ces petits cryſtaux. Mais il eſt très-vraiſemblable que ſi l'on pouvoit faire dans le grenat des coupes nettes, & qui euſſent le poli de la Nature, les petits rhomboïdes dont il s'agit ſe ſous-diviſeroient encore en d'autres ſolides plus petits, & d'une forme différente, qui ſeroient des tétraèdres tous égaux & ſemblables entre eux. Voici les raiſons ſur leſquelles cette vue eſt fondée.

J'ai d'abord obſervé, en général, par rapport à tous les cryſtaux qui ſe laiſſent entamer, que leur noyau étoit toujours diviſible parallèlement à ſes différentes faces; & l'analogie nous porte à croire qu'il en ſeroit de même du noyau dodécaèdre des grenats, s'il ſe prêtoit à une diviſion mécanique (*a*).

(*a*) Cette diviſion a quelquefois lieu, juſqu'à un certain point, comme je l'ai dit dans la *Note du N°. 67.*

De plus, on trouve de ces grenats qui ſont incomplets, de la même manière que ſi l'on en eût détaché une lame par une ſection parallèle à l'une de leurs faces. La coupe de ces grenats préſente alors une face exagone, qui a quatre grands côtés & deux petits; ce que l'on concevra, en jettant les yeux ſur un grenat dodécaèdre parfait, & en le ſuppoſant coupé, comme je viens de l'expliquer. Or, il eſt très-probable que l'Art auroit pu opérer, à l'aide d'une diviſion mécanique, le même retranchement qui a lieu ici par une modification des loix de la Nature, ſi le cryſtal eût été diviſible.

Concevons donc que l'on ait fait dans un grenat dodécaèdre différentes ſections parallèles à ſes douze faces. Il eſt aiſé de voir que ces ſections diviſeront les petits rhomboïdes dont le dodécaèdre eſt cenſé compoſé, de manière qu'elles paſſeront par les petites diagonales des faces oppoſées de ces mêmes rhomboïdes. Or, en diviſant un rhomboïde, comme il vient d'être dit, on en retire ſix tétraèdres égaux & ſemblables, & dont les faces ſont pareillement ſemblables & égales entr'elles. Deux de ces faces ont pour côtés l'axe du rhomboïde, la petite diagonale d'un des rhombes, & le côté

du rhombe adjacent dans l'autre partie du cryſtal (*a*). Les deux autres faces ſont exactement les moitiés des mêmes rhombes, en ſuppoſant ceux-ci diviſés dans le ſens de leur petite diagonale.

Les tétraèdres dont il s'agit me ſemblent être les véritables molécules conſtituantes des grenats. Ce qui confirme cette hypothèſe, c'eſt qu'on ne peut, ſans y avoir recours, expliquer, ainſi que nous le verrons bientôt, d'une manière ſatisfaiſante & conforme à la théorie que j'ai établie, les décroiſſemens des lames du grenat dans le paſſage du dodécaèdre à la forme des cryſtaux ſecondaires.

69. La recherche des angles plans du grenat dont il s'agit, n'eſt qu'un ſimple problême de Géométrie, qu'il eſt facile de réſoudre. Ce cryſtal a quatorze angles ſolides, dont huit ſont formés par la réunion de trois angles plans, & les ſix autres par celle de quatre angles plans. Or, il eſt aiſé de voir d'abord

(*a*) Si l'on cherche, par le calcul, la valeur de l'axe du rhomboïde dont il s'agit, on trouvera que cet axe eſt égal au côté du rhombe; d'où il ſuit que les faces du tétraèdre ſont des triangles iſocèles tous égaux & ſemblables.

Digitized by Google

qu'une ligne droite, menée du ſommet d'un des angles ſolides compoſés de quatre plans au centre du cryſtal, eſt la petite diagonale d'un des rhombes qui forment les faces intérieures des quatre rhomboïdes dont le cryſtal peut être cenſé compoſé.

De plus, ſi l'on trace les grandes diagonales de quatre rhombes extérieurs, en faiſant le tour du dodécaèdre, ces diagonales formeront un quarré, dont la diagonale, paſſant néceſſairement par le centre du cryſtal, ſera par conſéquent double de la petite diagonale d'un des rhombes du dodécaèdre.

Il ſuit de-là que la grande diagonale du rhombe eſt à la petite comme le côté du quarré eſt à la moitié de ſa grande diagonale, c'eſt-à-dire, dans le rapport de 1 à $\frac{1}{2}\sqrt{2}$, ou de 2 à $\sqrt{2}$. Donc prenant les moitiés des deux diagonales du rhombe, nous pouvons faire nd (*fig.* 57) $=2$, & $bn=\sqrt{2}$. Le triangle rectangle bnd, réſolu d'après ces valeurs, donne pour la tangente de l'angle nbd le nombre 101505150, qui répond à 54° 44′ 8″. Donc l'angle $abd=109°\,28'\,16''$, & l'angle $bac=70°\,31'\,44''$.

Digitized by Google

Formes ſecondaires.

GRENAT A VINGT-QUATRE FACES. *Id.* DAUB. *Tableau minér.*

Développement. Vingt-quatre quadrilatères égaux & ſemblables entr'eux, tels que *goep* (*fig.* 58). L'angle *oep* = 117° 2′ 8″. *goe* = *gpe* = 82° 15′ 3″. *ogp* = 78° 27′ 46″.

70. Concevons que des lames rhomboïdales, ſemblables à celles que l'on détacheroit par des ſections faites parallèlement aux faces du grenat dodécaèdre, ſoient empilées ſur ces mêmes faces, mais aillent en diminuant, ſuivant une loi uniforme, juſqu'à ce qu'elles ſoient réduites à un point. Il réſultera de cette accumulation douze pyramides quadrangulaires, qui repoſeront par leurs baſes ſur les faces du dodécaèdre. Suppoſons de plus que les décroiſſemens des lames de ſuperpoſition ſe faſſent ſuivant une loi telle que les faces adjacentes des pyramides voiſines ſe trouvent deux à deux ſur un même plan. Soient *gane*, *gbme*, *mdne* (*fig.* 59), trois rhombes du dodécaèdre; *gep*, *geo*, les faces adjacentes de deux pyramides voiſines dans le cryſtal ſecondaire; *pen*, *ren*, deux autres faces pareillement adjacentes, &c. Ces faces

formeront, par leur réunion, des quadrilatères *goep*, *pern*, &c., dans lesquels on aura $gp = go$, & $pe = eo$; & d'une autre part $pn = rn$, $pe = re$, &c. Mais le point *p* étant plus éloigné de l'angle aigu *g*, que de l'angle obtus *e*, on aura aussi *pg* plus grand que *pe*, &, par la même raison, *og* plus grand que *eo*, &c.; ce qui est d'accord avec l'observation.

Les douze pyramides surajoutées au noyau donnent quarante-huit triangles; & divisant ce nombre par deux, à cause du niveau des faces adjacentes, on aura vingt-quatre quadrilatères pour la totalité des faces du cryſtal secondaire.

En observant avec soin les quadrilatères dont il s'agit, on y apperçoit très-souvent des stries parallèles aux grandes diagonales *ge*, *en*, *em* de ces quadrilatères, & qui indiquent les joints des lames de superposition, & le sens dans lequel elles sont appliquées l'une sur l'autre (*a*).

Examinons maintenant d'une manière plus

(*a*) Je suis même parvenu à diviser des grenats volcanisés de Pompéia, par des coupes nettes qui annonçoient l'application des lames l'une sur l'autre, telle que je viens de l'expliquer.

particulière

particulière la ſtructure d'une de ces lames. Il eſt aiſé de voir d'abord que la ſurface ſupérieure de cette lame eſt un rhombe *domg* (*fig.* 60), ſemblable à ceux qui forment les faces du noyau; que ſa ſurface inférieure eſt un exagone *ablcne*, dans lequel les côtés *ab*, *cn*, ſont nuls pour nos ſens, puiſqu'il faut ſuppoſer la lame preſqu'infiniment mince. Les rebords ſont au nombre de ſix, dont deux triangulaires *adb*, *nmc*, ſitués perpendiculairement par rapport aux deux grandes faces. Les quatre autres rebords ſont des parallélogrammes obliquangles alongés *dblg*, *glcm*, &c., dont les plans ſont inclinés à angles obtus, & de la même quantité ſur celui du rhombe *domg*. Suppoſons deux ſections faites l'une ſur *dg*, l'autre ſur *gm*, parallèlement aux rebords *adoe*, *eomn* (ces ſections ſont poſſibles, d'après les diviſions indiquées dans le cryſtal) : alors la lame ſe trouvera partagée en une lame rhomboïdale, dont les rebords oppoſés deviendront parallèles, & qui ſera un aſſemblage de petits rhomboïdes ſemblables à ceux dont nous avons parlé plus haut (68), plus un reſte, qui, étant diviſé par des ſections faites parallèlement aux plans des triangles *abd*, *mnc*, donnera des demi-rhomboïdes, dont chacun

ſera formé de trois tétraèdres pareils à ceux que nous avons conſidérés (68) comme les molécules intégrantes du grenat. Or, les rhomboïdes qui compoſent la lame rhomboïdale adjacente, étant diviſibles chacun en ſix tétraèdres de la même forme, il s'enſuit que la lame entière *a b l c m e* n'eſt auſſi qu'un aſſemblage de ces mêmes tétraèdres.

De plus, on concevra, avec un peu d'attention, qu'une rangée de rhomboïdes répond à deux rangées de tétraèdres. Or, ſi l'on conſidère les décroiſſemens des lames de ſuperpoſition par rapport aux rebords *a d o e*, *e o m n*, on conclura, par un raiſonnement ſemblable à celui que nous avons déjà fait (15), que les ſouſtractions doivent ſe faire, ſur ces rebords, par une ſimple rangée de rhomboïdes, ou, ce qui revient au même, par deux rangées de tétraèdres, pour que les faces adjacentes des pyramides voiſines ſe trouvent de niveau; d'où il ſuit que les décroiſſemens ſe feront auſſi ſur les rebords oppoſés *d b l g*, *g l c m*, par deux rangées de tétraèdres. Mais quoiqu'une rangée de rhomboïdes ſoit équivalente, comme je l'ai obſervé, à une double rangée de tétraèdres, il ne faut pas en conclure que la lame, repréſentée par la *fig.* 60, puiſſe être uniquement compoſée de rhom-

Digitized by Google

boïdes ; puiſque, de quelque manière que l'on ſous-diviſe cette lame pour en détacher des rhomboïdes entiers, il y aura toujours un reſte, qui ne peut plus être compoſé que de tétraèdres.

Si l'on ſuppoſoit nulles les parties qu'on intercepteroit par les ſections faites ſur *dg*, *gm*, ainſi que je l'ai expliqué plus haut, & qui ſont l'excédent des lames rhomboïdales auxquelles ces parties ſont adjacentes, dans ce cas, toutes les arêtes *mg*, *gd*, &c., des lames de ſuperpoſition, ſeroient encore de niveau avec celles des lames qui formeroient la force triangulaire voiſine ; ce qui réduiroit le cryſtal entier à de ſimples rhomboïdes. Mais alors les rebords des lames de ſuperpoſition feroient, d'un côté, un angle obtus, & de l'autre un angle aigu avec les ſurfaces des lames placées immédiatement au-deſſous. Or, il paroît plus naturel de ſuppoſer cet angle aigu rempli par des tétraèdres, puiſque cette diſpoſition établit une ſymétrie parfaite entre les parties correſpondantes du cryſtal.

Une nouvelle raiſon vient ici à l'appui de ce que j'ai dit (68) ſur la réduction du noyau en molécules de figure tétraèdre. J'ai déjà obſervé (Note du n°. 70), que le grenat à vingt-quatre faces étoit quelquefois

assez tendre pour être entamé par un instrument tranchant, & que ce cryſtal ſe diviſoit par des ſections qui paſſoient entre les grandes faces des lames de ſuperpoſition. Or, il réſulte des obſervations faites ſur les cryſtaux diviſibles, qu'une diviſion commencée peut toujours être continuée dans le même ſens, en allant de la ſurface au centre du cryſtal. D'où il réſulte que toutes les diviſions ſuppoſées dans le grenat à vingt-quatre faces étant parallèles aux faces du noyau, celui-ci ſe ſous-diviſeroit auſſi parallèlement à ces mêmes faces; ce qui conduit encore à des molécules tétraèdres, comme nous l'avons vu dans l'article cité ci deſſus (*a*).

On pourroit objecter que l'explication précédente paroît contraire à ce que j'ai avancé (15); ſavoir, que, dans le cas où les faces adjacentes ſont de niveau, les décroiſſemens ſe font ſuivant la loi la plus ſimple & la plus régulière, puiſque cette loi doit être celle qui n'exige qu'une rangée de molécules ſouſtraites, au lieu qu'il y a ici ſouſtraction de deux rangées de tétraèdres. Mais on concevra aiſé-

(*a*) On verra, ci-après (74), que les cryſtaux de blende ſe diviſent exactement de la même manière par des coupes très-nettes.

ment que s'il ne se faisoit qu'une soustraction d'une simple rangée de molécules, les faces adjacentes, composées de la somme des arêtes des lames de superposition, feroient entr'elles des angles rentrans. Or, il paroît que les loix primitives de la Cristallisation excluent tout angle rentrant dans les cristaux, puisqu'on ne connoît aucun exemple d'une substance cristallisée, où les faces voisines forment entr'elles des angles de cette nature, si ce n'est dans les minéraux qui sont composés de deux moitiés d'un cristal, réunies sans doute par accident, & retournées en sens contraire, comme l'a très-bien observé M. Demeste (*a*), par rapport à quelques variétés du gypse. Cela posé, si la loi dont il s'agit n'est pas en elle-même la plus simple que l'on puisse imaginer, du moins a-t-elle réellement la plus grande simplicité possible, dans l'hypothèse des loix actuelles auxquelles est soumise la Cristallisation; ce qui me semble suffire pour lever la difficulté.

71. Il ne s'agit plus que de déterminer, par le calcul, la valeur des angles plans du grenat à vingt-quatre faces. Soient *g f h e*, *g n m e* (*fig.* 61), deux faces adjacentes du noyau;

(*a*) Lettres, Tom. I, p. 358.

$goep$, une des faces quadrilatères du cryſtal ſecondaire. Ayant mené du point o une perpendiculaire ſur le plan du rhombe $gfhe$, cette ligne tombera ſur le centre b de ce rhombe. Menons encore les diagonales ge, op du quadrilatère, & la ligne cb, qui ſera perpendiculaire ſur ge. Cela poſé, il eſt facile de voir que les deux rhombes $gfhe$, $gnme$, pouvant être conſidérés comme deux des faces d'un priſme exagone régulier, l'angle que ces faces formeront entr'elles ſera de 120°. Donc l'angle ocb, qui eſt la moitié du ſupplément de cet angle, ſera de 30°. Donc $cob = 60°$; donc $\overline{co}^2 = \overline{cb}^2 + \overline{bo}^2 = \overline{cb}^2 + \frac{1}{4}\overline{co}^2$; d'où l'on tire $\frac{3}{4}\overline{co}^2 = \overline{cb}^2$.

Maintenant, dans le triangle rectangle gbe (*fig.* 62) *, la ligne bc eſt une perpendiculaire abaiſſée de l'angle droit ſur l'hypothénuſe. De plus, $gb = \sqrt{4}$ (69), $be = \sqrt{2}$, & $ge = \sqrt{6}$. Donc $cg = \frac{\overline{gb}^2}{ge} = \frac{4}{\sqrt{6}}$, & $ce = \frac{\overline{be}^2}{ge} = \frac{2}{\sqrt{6}}$. Donc $cb^2 = gc \times ce =$

* Le rhombe $gfhe$ eſt ici le même que celui de la *fig.* 61.

$\frac{4 \times 2}{\sqrt{6} \times \sqrt{6}} = \frac{8}{6} = \frac{4}{3}$. Substituant dans l'équation $\frac{3}{4}\overline{co^2} = \overline{cb^2}$, on aura $\frac{3}{4}\overline{co^2} = \frac{4}{3}$; d'où l'on tire $\overline{co^2} = \frac{16}{9}$, & $co = \frac{4}{3}$.

Dans le triangle $c\,o\,g$ (*fig.* 61), nous connoissons donc $co = \frac{4}{3}$; $cg = \frac{4}{\sqrt{6}}$, & l'angle $c = 90°$.

Or, r : tang. g :: cg : co :: $\frac{4}{\sqrt{6}} : \frac{4}{3}$ :: $3 : \sqrt{6}$.

Le réſultat du calcul donnera pour la tangente de l'angle g le nombre 99119543, qui appartient à 39° 13′ 53″. Donc l'angle pgo = 78° 27′ 46″.

Maintenant, dans le triangle $c\,e\,o$, nous avons $co = \frac{4}{3}$, $ce = \frac{2}{\sqrt{6}}$, & l'angle $c = 90°$.

Mais r : tang. e :: ce : co :: $\frac{2}{\sqrt{6}} : \frac{4}{3}$ :: $3 : \sqrt{24}$.

On trouvera, d'après cette proportion, pour la tangente de l'angle e, le nombre 102129843, qui répond à 58° 31′ 4″. Donc l'angle oep = 117° 2′ 8″; d'où l'on conclura que chacun des angles goe, gpe, eſt de 82° 15′ 3″.

Digitized by Google

GRENAT A TRENTE-SIX FACES. *Id.* DAUBENT. *Tabl. minér.*

Développement. Douze rhombes *a b d c* (*fig.* 57), semblables à ceux du grenat dodécaèdre (68). Vingt-quatre exagones alongés *g r s e t u* (*fig.* 58). L'angle *r g u* = 78° 27′ 46″. *s e t* = 117° 2′ 8″. *g r s* ou *g u t* = 140° 46′ 7″. *e s r* ou *e t u* = 121° 28′ 56″.

72. Concevons que l'accumulation des lames décroissantes, qui a donné la variété précédente, soit arrêtée tout-à-coup à une certaine hauteur, en sorte qu'il n'y ait sur les douze faces du noyau que des pyramides naissantes, au lieu de pyramides entières : alors les faces supérieures de toutes les lames extrêmes donneront douze rhombes *u p o t*, *m n l k*, *r s h q*, &c., semblables aux rhombes *a b g e*, *g f d e*, &c., qui formoient les faces du noyau, & seulement plus petits; & au lieu des quadrilatères *g o e p*, *p n r e*, &c. (*fig.* 59), on aura vingt-quatre exagones alongés *g r s e t u*, *a o t e m n*, &c. (*fig.* 63), interposés entre les douze rhombes; ce qui fera en tout trente-six faces. On voit, par cet exposé, que la forme du grenat dont il s'agit ici, est intermédiaire entre celle du grenat dodécaèdre, & celle du grenat à vingt-quatre faces.

Digitized by Google

73. Les angles plans des exagones ſont très-faciles à déterminer; car ayant tracé un des quadrilatères *g o e p* (*fig.* 58) du grenat à vingt-quatre faces, ſi l'on mène la diagonale *g e*, & les lignes *r s*, *u t*, parallèles à *g e*, & également diſtantes de cette ligne, on aura un exagone *g r s e t u*, dont les angles ſeront égaux à ceux de l'exagone du grenat à trente-ſix faces. Or, nous avons déjà trouvé ci-deſſus (71) l'angle *r g u* de 78° 27′ 46″, & l'angle *s e t* de 117° 2′ 8″. De plus, il eſt aiſé de voir que les angles *g r s* ou *g u t* d'une part, & *e s r* ou *e t u* de l'autre, ſont les ſupplémens des angles *r g e* & *g e s*; d'où il ſuit que l'on aura *g r s* = *g u t* = 180° — (39° 13′ 53″) = 140° 46′ 7″, & *e s r* = *e t u* = 180° — (58° 31′ 4″) = 121° 28′ 56″ (*a*).

(*a*) Le grenat dodécaèdre peut fournir à la Géométrie une application du calcul *de maximis & minimis*. Ayant cherché, à l'aide de ce calcul, quel étoit de tous les ſolides à douze faces rhomboïdales celui qui, à capacité égale, avoit la plus petite ſurface, j'ai trouvé que les faces de ce ſolide ſont des rhombes égaux & ſemblables entr'eux, dans leſquels le rapport des deux diagonales eſt celui de 1 à $\sqrt{\frac{1}{2}}$, comme on l'a déterminé plus haut; c'eſt-à-dire, que le ſolide dont il s'agit eſt parfaitement ſemblable au grenat dodécaèdre. Ce problême a beaucoup de rapport avec un

ADDITION à l'article précédent.

74. Quoique je ne me ſois point propoſé de faire entrer dans cet Eſſai ce qui concerne les ſubſtances métalliques, je crois cependant

---

autre qui a été réſolu par pluſieurs Auteurs, & dans lequel on propoſe de déterminer l'angle du ſommet de l'alvéole des abeilles, qui donne le *minimum* de ſurface. Le ſolide, qui repréſente cette alvéole, a pour baſe un exagone régulier, & pour faces latérales ſix trapèzes avec un ſommet formé de trois rhombes. Dans les ſolutions que j'ai vues de ce dernier problême, on ne fait varier que la grande diagonale des rhombes du ſommet; en ſorte que l'on n'a le *minimum* de ſurface que par rapport à ce ſommet. Si l'on vouloit réſoudre le problême dans toute ſon étendue, en faiſant varier auſſi la hauteur de l'eſpèce de priſme formé par les trapèzes latéraux, on trouveroit que, pour avoir le *minimum* de ſurface, il faut prendre la moitié d'un dodécaèdre ſemblable à celui du grenat, & coupé dans une direction perpendiculaire à l'axe de ce dodécaèdre. L'alvéole des abeilles a une hauteur beaucoup plus conſidérable que celle d'un pareil ſolide. Mais cette dimenſion eſt aſſortie aux uſages de ces alvéoles, qui ne ſont pas ſeulement deſtinées à recevoir le miel, mais encore à ſervir de logement aux abeilles nouvellement écloſes, qui y reſtent juſqu'à ce que leur développement ſoit achevé, ainſi que le remarque M. Maraldi, Mémoires de l'Académie des Sciences, 1712, *Obſervation ſur les Abeilles.*

Digitized by Google

devoir ajouter ici le réſultat des obſervations que j'ai faites ſur les blendes, dont la ſtructure eſt abſolument la même que celle des grenats. On connoît des cryſtaux de blende à vingt-quatre faces, dont douze ſont des trapézoïdes, tels que *ateu*, *atiq*, *auhq*, &c. (*fig.* 64), & les douze autres des triangles iſocèles alongés *hux*, *eux*, &c., réunis deux à deux par leurs baſes, & interpoſés entre les quadrilatères, ainſi que le repréſente la *figure*. J'ai diviſé un aſſez grand nombre des cryſtaux dont il s'agit, par des coupes très-nettes, parallèlement aux douze quadrilatères. Ces diviſions emportent peu à-peu les douze triangles iſocèles; & lorſque ceux-ci ont entièrement diſparu, le ſolide ſe trouve réduit à un dodécaèdre à plans rhombes, qui a exactement la même figure que celui du grenat (*fig.* 56). Quand ces dodécaèdres ont été extraits d'une blende rougeâtre, ils reſſemblent tellement à des grenats, que l'on ſeroit tenté de s'y méprendre au coup-d'œil, ſans la différence du poli, qui eſt beaucoup plus vif dans la blende. Si l'on ſous-diviſe ces mêmes dodécaèdres toujours parallèlement à leurs faces, la diviſion donne en dernière analyſe des tétraèdres irréguliers à faces triangulaires iſocèles, tels que ceux qui ont été décrits (68).

Il eſt donc extrêmement probable que les molécules de la blende ſont de la même forme que celles du grenat (*a*). Les tétraèdres dont je viens de parler, combinés de diverſes manières, d'après les loix de Cryſtalliſation que j'ai expoſées dans cet Ouvrage, produiſent de nouveaux tétraèdres à faces équilatérales, des octaèdres réguliers, des parallélipipèdes obliquangles, & d'autres polyèdres de diverſes figures indiquées par différens Auteurs, & en particulier par le ſavant M. Born, dans ſon *Lithophylacium*, Ire. Part., p. 132 & ſuiv.

ARTICLE VIII.

Application aux Topazes du Bréſil & de Saxe.

75. LES deux topazes, qui ſont l'objet de cet article, forment deux ſortes de pierres diſtinguées l'une de l'autre par pluſieurs caractères ſenſibles, & en particulier par celui de la couleur, dont M. Daubenton a ſu tirer un

(*a*) Voyez ce qui a été dit (Introduction, p. 36) ſur cette reſſemblance des molécules dans des cryſtaux de nature différente.

Digitized by Google

parti si ingénieux, en graduant les teintes des divers cryſtaux gemmes proportionnellement à celles que l'on obſerve dans le ſpectre ſolaire produit par la réfraction de la lumière à travers le priſme de Newton (*a*). Dans cette graduation, la topaze de Saxe correſpond au jaune ſimple, & celle du Bréſil au mêlange du jaune & de l'orangé. Cependant j'ai cru devoir réunir ici ſous un même point de vue les deux topazes dont il s'agit, parce qu'elles ſont compoſées de molécules conſtituantes ſemblables entr'elles; & quoiqu'au premier coup-d'œil elles paroiſſent annoncer des différences marquées, même par rapport à leurs formes extérieures, j'ai reconnu, en examinant celles-ci avec attention, & d'après la ſtructure des cryſtaux, qu'elles étoient originaires d'une même forme primitive, qui eſt ſeulement moins apparente dans la topaze de Saxe, & comme déguiſée par un plus grand nombre de facettes ſurnuméraires.

Je ne ſache pas que la forme primitive de ces cryſtaux ait été encore vue iſolée. Cette forme, ainſi qu'on le verra dans la ſuite, ſeroit celle d'un priſme quadrangulaire, dont

(*a*) Mém. de l'Acad. des Sciences, ann. 1740.

les pans ſont des rectangles, & les deux baſes des rhombes ayant leurs angles à-peu-près de 124° 30′, & 55° 30′. La forme dont il s'agit exiſte, en quelque ſorte, par parties dans les deux topazes; car celle du Bréſil ſe préſente aſſez communément ſous la forme d'un priſme tel que je viens de le décrire, mais ſurmonté d'une pyramide, & la topaze de Saxe ſe trouve ſouvent terminée par deux faces horizontales: mais outre qu'il y a un commencement de pyramide, le priſme eſt à huit pans inégaux entr'eux.

76. Quant aux molécules conſtituantes des topazes, elles ſont auſſi des priſmes droits, qui ont leurs baſes ſemblables à celles du cryſtal de forme primitive, & dont la hauteur eſt une moyenne proportionnelle entre la grande diagonale des rhombes de la baſe, & une ligne double de la largeur des mêmes rhombes, comme je le prouverai dans le cours de cet article.

TOPAZE DU BRÉSIL.

Formes ſecondaires.

TOPAZE DU BRÉSIL EN PRISME DROIT RHOMBOÏDAL, TERMINÉ PAR UNE ET QUEL-

QUEFOIS DEUX PYRAMIDES A QUATRE FACES TRIANGULAIRES (*Pl. VII, fig.* 65). Topaze du Bréſil. DAUBENT. *Tabl. minér.*

Développement. Quatre rectangles alongés & égaux entr'eux, tels que *b o h t*, *s o h g*, &c., formant les pans du priſme.

Quatre triangles ſcalènes, tels que *a b o* (*fig.* 65 & 66), formant les faces des pyramides. L'angle *a b o* = 37° 11′. *a o b* = 69° 55′. *b a o* = 72° 54′.

77. Le tiſſu de cette topaze eſt feuilleté, ainſi que celui de la topaze de Saxe, & les lames qu'on en détache, en la clivant, ſont placées parallèlement aux baſes du priſme, & ont leurs grandes faces liſſes & brillantes. Quoiqu'en eſſayant de ſous-diviſer ces lames on ne puiſſe obtenir que des fragmens irréguliers, probablement parce que les faces latérales des molécules ayant beaucoup plus d'étendue que les baſes, ont auſſi entr'elles une adhéſion beaucoup plus forte (*a*), cependant on ne peut douter, ce me ſemble, que les lames dont il s'agit ne ſoient des aſſemblages de petits priſmes droits, dont les pans ſont parallèles à ceux du priſme total. Cette induction ſuit naturellement de l'analogie des autres

(*a*) Voyez la Note de la page 51.

cryſtaux ; & d'ailleurs nous verrons que les réſultats des calculs faits d'après cette hypothèſe ſe trouvent d'accord avec l'obſervation.

Quant aux pyramides qui terminent le priſme, elles ſont produites par les décroiſſemens des lames de ſuperpoſition, dont la loi ſera déterminée plus bas. Le priſme eſt preſque toujours cannelé irrégulièrement dans le ſens de ſa hauteur; ce qui ſuppoſe des ſouſtractions inégales, & pour ainſi dire intermittentes, de différentes files longitudinales de molécules conſtituantes. Ce n'eſt pas la première fois que j'aie vu les lames compoſantes d'un cryſtal fuir en quelque ſorte par leur diſpoſition en retraite ſur les faces primitives. J'ai obſervé entr'autres des rhomboïdes de ſpath calcaire ſemblables au ſpath d'Iſlande, dont les faces étoient inégalement ſtriées dans des ſens parallèles aux arêtes du rhomboïde.

TOPAZE DU BRÉSIL EN PRISME DROIT A HUIT PANS, TERMINÉ PAR UNE OU DEUX PYRAMIDES A QUATRE FACES QUADRILATÈRES (*fig.* 67).

Développement. Quatre rectangles alongés, tels que *codu*, *odlr*, &c., formant quatre des pans du priſme. Quatre trapèzes *rsgl*, *cbtu*

Digitized by Google

cbtu (*fig.* 67 & 68), formant les quatre autres pans du prisme. Quatre quadrilatères irréguliers, tels que *aors* (*fig.* 67 & 69), qui sont les faces des pyramides.

Angles des trapèzes $srl = glr = 108° 23'$. $rsg = lgs = 71° 37'$.

Angles des quadrilatères $oas = 72° 54'$. $aor = 69° 55'$. $asr = 63° 7'$. $ors = 154° 4'$.

78. Il arrive assez souvent que les soustractions de molécules, qui forment les stries ou les cannelures, dont le prisme de la topaze du Brésil est sillonné, se font régulièrement, depuis un certain terme, selon une loi qui sera déterminée dans la suite. Alors le prisme est à huit pans, dont quatre rectangles, réunis deux à deux sur les arêtes *od* (*fig.* 67), & celle qui lui est opposée; ces rectangles sont évidemment les résidus des pans du prisme primitif. Les quatre autres pans, qui sont, comme on l'a vu, des trapèzes, anticipent sur les pyramides terminales; en sorte que les faces de celles-ci, qui étoient triangulaires dans la première variété, deviennent, dans le cas présent, des quadrilatères tels que ceux qui ont été décrits.

Comme on retrouve ces mêmes pans beaucoup mieux prononcés dans le prisme de la

Digitized by Google

topaze de Saze, & que d'ailleurs cette dernière fournit plus de données que l'autre, pour déterminer la loi des décroiſſemens des lames & la hauteur des molécules conſtituantes, je renvoie à l'article ſuivant tout ce qui concerne ces différens objets, qui ſont, ainſi que nous le verrons, communs aux deux topazes, avec quelques modifications de plus par rapport à celle de Saxe.

TOPAZE DE SAXE.

Forme ſecondaire.

TOPAZE EN PRISME A HUIT PANS, TERMINÉ PAR UNE OU DEUX PYRAMIDES INCOMPLETTES A SIX FACES (*fig.* 70).* Topaze de Saxe. DAUB. *Tabl. minér.*

Développement. Quatre rectangles étroits, tels que *t s k i*, *t f p i* (*fig.* 70 & 74), qui ſont les réſidus des faces primitives du priſme, comme dans la topaze du Bréſil à priſme octogone. Quatre pentagones irréguliers *s u n k*

(*) Je ſuppoſerai, dans cet article, que le priſme n'a que ſon extrémité ſupérieure qui ſoit en pyramide, l'extrémité inférieure étant preſque toujours engagée dans la gangue du cryſtal.

Digitized by Google

(*fig.* 70 & 76), formant les quatre pans larges du prisme.

Un exagone un peu irrégulier *a b o e r c* (*fig.* 70 & 72), qui remplace le sommet de la pyramide. Deux pentagones *e u n g r* (*fig.* 70 & 73), ayant leurs côtés égaux deux à deux, & leurs sommets *n*, situés sur les arêtes *n z*, qui joignent les pans larges du prisme. Quatre autres pentagones plus irréguliers *b d f t o*, *o t s u e*, &c. (*fig.* 70 & 75), qui forment les quatre autres faces de la pyramide incomplette, & correspondent chacun à un pan étroit du prisme, & à une partie du pan large voisin.

Angles des pentagones *s u n z k* (*fig.* 76). *u s k* = 108° 23′. *u n z* = 123° 34′. *s u n* = 126° 3′. *s k z* = *n z k* = 90°.

Angles de l'exagone *a b o e r c* (*fig.* 72). *b o e* = *a c r* = 124° 26′. *o e r* = *e r c* = *c a b* = *a b o* = 117° 47′.

Angles du pentagone *e u n g r* (*fig.* 73). *r e u* = *e r g* = 110° 44′. *e u n* = *r g n* = 122° 6′. *u n g* = 74° 20′.

Angles du pentagone *o t s u e* (*fig.* 75). *e o t* = 110° 5′. *o e u* = 115° 30′. *e u s* = 90° 26′. *u s t* = 154° 4′. *o t s* = 69° 55′.

79. Telle est la forme sous laquelle se présente assez communément la topaze de Saxe;

Digitized by Google

mais cette forme eſt ſujette à beaucoup de variations, dont les plus intéreſſantes, relativement à l'explication de ſa ſtructure, ſont de nouvelles facettes, qui doublent les faces latérales de la pyramide incomplette; en ſorte que ces faces changent d'inclinaiſon, & ſe relèvent en arêtes parallèles au côté correſpondant de l'exagone terminal. (*Voyez la figure* 71). Par cette nouvelle diſpoſition, les pentagones *b d f t o*, *o t s u e* (*fig.* 70), ſe trouvent réduits aux pentagones *ζ d f t m*, *q u s t m* (*fig.* 71), & leur partie ſupérieure eſt remplacée par une facette ſurnuméraire *b' ζ m o'* ou *o' m q e'*. La figure des autres pentagones, tels que *e u n g r* (*fig.* 70), ſe trouve modifiée de manière que ce qui reſte de leur ſurface eſt un octogone *e' q u y γ g π r'* (*fig.* 71). Quant à leur partie inférieure, elle eſt remplacée par un triangle iſocèle *γ n' y*. La figure des pans pentagones *s u n ζ k* (*fig.* 70) du priſme ſe trouve altérée à proportion, & devient un exagone *s u y n' ζ k* (*fig.* 71). On a, dans ce cas, treize faces pour la pyramide, outre les huit faces ordinaires du priſme. Ces différentes faces ſont encore ſuſceptibles de varier, ſuivant les poſitions où ſe trouvent les arêtes *ζ m*, *m q*, *y γ*, &c.

80. En meſurant avec ſoin les inclinaiſons

qu'ont entr'elles, & avec les pans du prisme, les faces de la pyramide modifiée, comme je viens de l'exposer (*a*), j'ai trouvé l'angle formé par la face pentagone *m q u s t* (*fig.* 71) avec le pan rectangle *t s k i* du prisme, sensiblement égal à l'angle formé par la face octogone $e' q u y \gamma g \pi r'$ avec l'exagone terminal $a' b' o' e' r' c'$. De plus, chacun de ces deux angles est, à très-peu de chose près, de 136°.

D'après ces données, la seule hypothèse dans laquelle les résultats du calcul soient conformes aux autres observations que l'on peut faire sur le crystal, est celle d'une loi de décroissement, par une simple rangée de molécules pour la face triangulaire $y n' \gamma$; par deux rangées de molécules pour la face octogone adjacente $e' q u y \gamma g \pi r'$; par deux rangées encore pour la face pentagone *q u s t m;* & enfin par trois rangées pour la face quadrilatère adjacente $o' m q e'$. Mais avant de passer aux résultats qui suivent de ces diverses sup-

(*a*) J'ai mesuré ces inclinaisons sur une très-belle aiguemarine d'un volume considérable, qui se trouve au Cabinet du Roi. On sait que la forme de ce crystal gemme est absolument la même que celle de la topaze de Saxe.

Digitized by Google

positions, il faut déterminer la hauteur des molécules prismatiques constituantes.

81. Soit *l d m* (*fig.* 77) le triangle mensurateur, par rapport aux décroissemens des lames qui forment la face *m q u s t* (*fig.* 71), & *l d h* (*fig.* 81) le triangle mensurateur pour la face octogone *e' q u y, g" r'* (*fig.* 71); la ligne *l d* étant la hauteur d'un des petits prismes dont il s'agit, on aura, d'après les mesures indiquées plus haut (80), l'angle *d l m* (*fig.* 77) = 44°, & l'angle *l m d* = 46° (*a*); on aura aussi l'angle *d l h* (*fig.* 81) = 46°, & *l h d* = 44°: donc les triangles *d l m*, *d l h* sont semblables; ce qui donne *dm* : *dl* :: *dl* : *dh*.

Soit *a b n d* (*fig.* 79) la surface de la base d'une des molécules constituantes de la topaze. Ayant mené la perpendiculaire *b o* sur le côté *d n*, on aura, par la supposition, *dm* (*fig.* 77) = 2*bo* (*fig.* 79), à cause des décroissemens par deux rangées, & *dh* (*fig.* 81) = *an* (*fig.* 79), à raison de la même loi de décroissement,

(*a*) Les lames de superposition ayant leurs bases disposées perpendiculairement aux pans du prisme, il est visible que *d m* est aussi perpendiculaire à l'un de ces pans, & par conséquent *l m d* = 136° — 90° = 46°.

Digitized by Google

qui a lieu ici par rapport aux angles des lames compoſantes. Subſtituant dans la proportion $dm : dl :: dl : dh$, elle devient $2bo : dl :: dl : an$; c'eſt-à-dire, que la hauteur dl (*fig.* 77) d'une des molécules priſmatiques, eſt une moyenne proportionnelle entre deux fois la largeur bo (*fig.* 79) de la baſe, & la grande diagonale an de la même baſe; ce qui eſt le rapport que j'ai indiqué (76).

Cherchons à préſent la valeur des angles bnd, abn, de la baſe dont il s'agit. La proportion $2bo : dl :: dl : an$ donne an ou $2gn = \frac{(dl)^2}{2bo}$. De plus, $bo \times dn = gn \times bd = gn \times 2dg$; d'où l'on tire $dg = \frac{bo \times dn}{2gn}$. Subſtituant à la place de $2gn$ ſa valeur $\frac{(dl)^2}{2bo}$, on a $dg = \frac{2(bo)^2 \times dn}{(dl)^2}$. Or, d'après les valeurs indiquées ci-deſſus, $\frac{2(bo)^2 \times dn}{(dl)^2} = \frac{\text{ſin}\,(44°)^2 \times r}{2.\,\text{ſin}.\,(46°)^2}$, en prenant dn pour le rayon r. Donc $\log.\,\text{ſin}.\,dng = 2\log.\,\text{ſin}.\,44° + \log.r - 2\log.\,\text{ſin}.\,46° - \log.\,2 = 96686444$, lequel nombre répond à 27° 47′. Donc bnd

$= 55° 34'$, & $adn = 124° 26'$; laquelle valeur ſe trouve être la même que celle qu'on obſerve, en meſurant l'inclinaiſon reſpective des pans $tfpi$, $tski$ (*fig.* 70), qui ſont, comme je l'ai dit (*a*), les réſidus des pans primitifs du priſme de la topaze de Saxe.

Soit maintenant ldp (*fig.* 80) le triangle menſurateur, qui doit donner la loi des décroiſſemens, par rapport à la facette triangulaire $y n' r$ (*fig.* 71). Ces décroiſſemens étant ſuppoſés ſe faire par une ſimple rangée de molécules, on aura $dp = gn$ (*fig.* 79).

Or, nous avons vu que $gn = \frac{(dl)^2}{4bo}$

$= \frac{\text{ſin.}\,(46°)^2}{2\,\text{ſin.}\,44°}$, & *log.* gn ou *log.* $dp =$

2 *log. ſin.* 46° — *log. ſin.* 44° — *logar.* 2 = 9571066 9. De plus, faiſant attention que nous avons pris pour la valeur de dl le ſinus de 46°, on aura *log.* $dl = 9856934 1$. Le triangle ldp étant réſolu d'après ces données, on trouve pour le logarithme de la tangente de lp le nombre 97141328, qui répond à 27° 22'; d'où il ſuit que l'angle

(*a*) Voyez le développement de cette topaze.

formé par la facette dont il s'agit avec l'exagone terminal, eſt de $90° + 27° 22' = 117° 22'$; laquelle valeur ſe trouve également vérifiée par l'obſervation.

Quant aux décroiſſemens par rapport aux facettes $o' e' q m$ (*fig.* 71), ils ſe font, comme je l'ai annoncé (80), par des ſouſtractions de trois rangées de molécules; c'eſt-à-dire, que dans le triangle menſurateur $l d r$ (*fig.* 78), on a, outre *logar.* $d l = 98569341$, comme ci-deſſus, *log.* $d r =$ *log.* $b o +$ *log.* $3 =$ *log. ſin.* $44° -$ *log.* $2 +$ *logar.* $3 = 100178626$ (*a*); ce qui donne pour le logarithme de la tangente de l'angle l, le nombre $10160928\frac{5}{}$, qui répond à $55° 22'$. Partant, l'angle formé par la facette dont il s'agit, avec l'exagone qui termine le cryſtal, eſt de $145° 22'$, ainſi que le donnent les meſures priſes ſur le cryſtal.

Voilà le premier exemple de décroiſſement par trois rangées de molécules, que j'aie encore trouvé parmi une multitude de cryſtaux dont j'ai obſervé la ſtructure; d'où l'on peut conjecturer que ces exemples ne ſeront pas moins rares dans la ſuite. Ainſi, il faut

(*a*) Nous avons eu ci-deſſus $2 b o = d m =$ *ſin.* $44°$; d'où l'on tire *log.* $b o =$ *log. ſin.* $44° -$ *log.* 2.

Digitized by Google

les regarder comme des espèces d'exceptions aux loix les plus ordinaires, qui sont celles des décroissemens par une ou deux rangées de molécules.

La figure octaèdre du prisme est assez nette, dans cette topaze, pour permettre de déterminer avec précision la loi des décroissemens que subissent les lames composantes depuis les arètes *fp*, *sk* (*fig.* 68), où se terminent les pans rectangles du même prisme.

Soit A *dhb* C *rne* (*Pl. VIII*, *fig.* 82) une coupe horizontale de ce prisme. S'il ne se faisoit aucunes soustractions de molécules constituantes, la coupe dont il s'agit auroit la figure du rhombe A B C D. Supposons donc qu'au point *d*, où commencent les décroissemens sur le bord AB, il y ait une rangée *dgl*B de molécules soustraites; une autre rangée *fpsl*, au point *f* distant du point *d* de trois molécules, & ainsi de suite. Cherchons les angles qui résultent de cette loi de décroissement. Dans le triangle *dfg*, nous avons l'angle $dgf = Adg = 55° 34'$, & le côté $gf = 3\,dg$. Donc on peut faire $dg = 1$; $gf = 3$. Résolvant ce triangle, on trouvera pour le logarithme de la tangente de la demi-différence des angles *d* & *f*, le nombre 99772678, qui appartient à 43° 30'; d'où

Digitized by Google

l'on conclura que dfg ou $fhp = 18° 43'$: ajoutant à phx, qui eſt de $55° 34'$, le double de fhp, on aura l'angle $dhb = 93°$, & l'angle $A dh = A dg + fdg = 55° 34' + 105° 43' = 161° 17'$; ce que confirment encore les obſervations faites ſur le cryſtal. On voit par-là que les décroiſſemens dont il s'agit ſuivent une des loix les plus ordinaires de la Cryſtalliſation, excepté qu'ils ſe font par des degrés intermittens (*a*).

82. Pour revenir maintenant à la topaze du Bréſil, j'ai obſervé que, dans ce cryſtal, les décroiſſemens des lames qui forment par leurs rebords les faces des pyramides, ſe faiſoient par des ſouſtractions de deux rangées de molécules, comme pour les faces *otsue* (*Pl. VII*, *fig.* 70), ou *qmtsu* (*fig.* 71), dans la topaze de Saxe.

Quant au calcul des angles plans de l'une & l'autre topaze, je m'abſtiendrai de le donner ici, parce qu'il eſt long & un peu compliqué, ſur tout pour la topaze de Saxe;

(*a*) On pourroit auſſi concevoir la loi dont il s'agit ici, comme une eſpèce de loi de décroiſſement par trois rangées de molécules.

Digitized by Google

mais à l'aide des inclinaiſons qu'ont entr'elles les différentes faces de ces cryſtaux, il ſera facile aux Géomètres, qui voudroient vérifier mes calculs, de retrouver les réſultats indiqués dans le développement des deux topazes.

ARTICLE IX.

Application au Grès cryſtalliſé de Fontainebleau.

83. TOUT le monde connoît aujourd'hui le grès rhomboïdal de Fontainebleau, dont M. de Laſſone a donné, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences pour l'année 1775, une deſcription très-exacte & très-détaillée, ainſi que des carrières dans leſquelles on trouve cette ſorte de cryſtaux. M. Sage a reconnu (*a*) que ces rhomboïdes étoient compoſés d'environ $\frac{2}{3}$ de matière calcaire ſur $\frac{1}{3}$ de matière quartzeuſe; ce qui doit les faire ranger parmi les pierres mélangées. Je me ſuis propoſé, dès l'année 1782, de rechercher ſi la forme des cryſtaux dont il s'agit apparte-

(*a*) Elémens de Minéralogie, 2e édition, Tom. I pag. 253.

Digitized by Google

noît aux ſpaths calcaires, ou ſi elle n'étoit point le réſultat de quelque modification particulière, occaſionnée par le mêlange de la matière quartzeuſe. J'ai reconnu d'abord, en meſurant leurs angles plans, que ces angles étoient ſenſiblement égaux à ceux du ſpath rhomboïdal à ſommets aigus (36), c'eſt-à-dire, de 75° 31′ 20″, & de 104° 28′ 40″, à quelques variations près, occaſionnées par les arrondiſſemens que ſubiſſent aſſez ſouvent les rhomboïdes vers leurs ſommets. Je ſuis même parvenu à diviſer quelques rhomboïdes de grès cryſtalliſé, dans le même ſens que le ſpath calcaire dont je viens de parler, & de manière que les coupes étoient aſſez nettes pour laiſſer reconnoître le poli de la Nature, quoiqu'un peu offuſqué par la matière du grès. Ces recherches ſont l'objet d'un Mémoire lu à l'Académie des Sciences le 18 Janvier 1783. Le réſultat des obſervations rapportées dans ce Mémoire, eſt que la ſubſtance quartzeuſe, mêlée avec celle du ſpath dans les rhomboïdes dont il s'agit, ne contribue en rien à leur figure; mais que les molécules du quartz, trop peu diviſées pour être ſuſceptibles d'une vraie cryſtalliſation, ſont ſeulement entraînées, & en quelque ſorte commandées par celles du ſpath, qui ſeules ont

Digitized by Google

le degré de ténuité néceſſaire pour ſe cryſtalliſer (*a*).

ARTICLE X.

Obſervations & conjectures ſur la formation & ſur l'accroiſſement des Cryſtaux.

84. JE me ſuis borné, dans les articles précédens, à ce qui regarde la ſtructure des cryſtaux. Quoique je n'aie appliqué ma théorie qu'à un certain nombre de genres, & que j'aie omis pluſieurs formes que je n'ai point encore été à portée d'obſerver, ou qui m'ont paru moins intéreſſantes que celles auxquelles je me ſuis arrêté, je crois en avoir aſſez dit pour qu'on ne puiſſe douter que les lames qui compoſent les cryſtaux ſecondaires ne ſubiſſent réellement les loix de décroiſſement que j'ai aſſignées. Il arrivera peut-être qu'en multipliant les obſervations, on découvrira, dans certains cryſtaux, des extenſions particulières de ces loix : mais il me ſemble que, dès

(*a*) Ces obſervations avoient déjà été faites en partie; mais on n'avoit pas encore déterminé d'une manière préciſe à quelle forme de ſpath calcaire les cryſtaux dont il s'agit devoient être rapportés.

Digitized by Google

maintenant, on peut préſumer, avec beaucoup de fondement, que la marche la plus ordinaire de la Nature eſt celle que j'ai indiquée, & que les variations même que cette marche pourroit éprouver dans certains cas, auront toujours un rapport aſſignable avec l'une des loix dont il s'agit; en ſorte qu'elles en aſſureront l'exiſtence, loin de la rendre équivoque, & ne feront qu'en modifier l'action, ſans en altérer la régularité. Les réflexions que je vais ajouter, ſur la formation & ſur l'accroiſſement des cryſtaux, me paroiſſent d'autant plus propres à répandre du jour ſur ce qui précède, qu'elles ſeront déduites immédiatement de l'obſervation & des faits que préſente la ſtructure, & que je m'abſtiendrai de donner aucune hypothèſe ſur la nature & ſur la manière d'agir des loix primitives, dont la connoiſſance, ſi elle ne nous a pas été refuſée pour toujours, ne peut s'acquérir que par une longue ſuite d'expériences & de recherches profondes, qui manquent à l'état actuel de la Science.

Il eſt vraiſemblable, comme je l'ai déjà remarqué en paſſant (6), que la figure d'un cryſtal eſt ordinairement déterminée dès les premiers inſtans de ſa formation. Tous les cryſtaux quartzeux, calcaires & autres que

Digitized by Google

l'on obſerve ſur une même gangue (*a*), ſe reſſemblent par leur forme, quel que ſoit leur volume; en ſorte que ceux mêmes qui, par leur fineſſe extrême, échappent à nos yeux, & ne peuvent être apperçus qu'à l'aide d'un inſtrument d'Optique, ont déjà la figure des plus gros. Nous avons, par exemple, ſur certaines matrices, des aiguilles de cryſtal de roche, dont la petiteſſe eſt extrême: cependant ces aiguilles ont un priſme interpoſé entre les deux pyramides, lorſque les groſſes parmi leſquelles elles ſe trouvent mêlées, préſentent cette variété de figure. Si chaque aiguille étoit formée d'abord par deux pyramides ſans priſme, en ſorte que l'interpoſition du priſme entre les deux pyramides ne commençât à avoir lieu que quand le cryſtal ſeroit parvenu à une certaine épaiſſeur, on verroit ordinairement ſur une même gangue des cryſtaux avec pyramide ſans priſme, & d'autres avec des priſmes à tous degrés d'élé-

(*a*) On trouve à la vérité quelquefois ſur la même gangue des cryſtaux d'une même nature, qui diffèrent par leur forme; mais, très-probablement, l'époque de la cryſtalliſation des uns & des autres n'eſt pas la même, & ils ſont, pour ainſi dire, le produit de deux jets différens.

vation.

vation. Cependant on remarque un rapport assez sensible entre le volume des différentes aiguilles & la hauteur de leur prisme. Si quelques-unes ne montrent qu'un commencement de prisme, cela paroît venir de ce que le reste du cryſtal est enfoncé dans la gangue; & en effet, on apperçoit assez souvent, du côté opposé, la seconde pyramide, ou même l'autre extrémité du prisme, qui forme une saillie, & que l'on reconnoît, à son alignement, pour faire partie du même cryſtal.

Il en faut dire autant des cryſtaux spathiques, & de ceux des autres genres. Quelle que soit leur finesse, ils sont déjà complets, chacun selon sa variété; on n'en voit aucun qui présente le noyau à découvert, ou le passage du noyau à la forme secondaire. D'après cette observation, il me paroît important de distinguer entre la structure d'un cryſtal secondaire & son accroissement, puisque celui-ci se fait communément en sens contraire de la structure. Dans le spath phosphorique cubique, par exemple, les lames que l'on détache, en suivant les divers sens indiqués par la structure, sont disposées parallèlement aux faces du noyau octaèdre; au lieu que l'accroissement du cryſtal s'est fait par une suite de couches concentriques parallèles aux faces du

cube. On pourroit demander pourquoi, la choſe étant ainſi, il n'eſt pas poſſible de diviſer nettement un cube de ſpath phoſphorique parallèlement à ſes faces? La raiſon en eſt, que les ſurfaces des couches, ou des enveloppes qui s'appliquent les unes ſur les autres pendant l'accroiſſement du ſpath, ne peuvent être des plans liſſes, mais ſont néceſſairement hériſſées d'une multitude de petites aſpérités, ou de pointes de petits octaèdres ou tétraèdres, ainſi qu'on le concevra aiſément, d'après l'explication que j'ai donnée (54) de la ſtructure dont il s'agit. Cela poſé, les lames qui compoſent les couches concentriques dont j'ai parlé, ſe trouvent comme engrenées les unes dans les autres; en ſorte que la main qui dirigeroit l'inſtrument tranchant dont on ſe ſerviroit pour eſſayer de diviſer le cube parallèlement à ſes faces, ne pourroit ſe prêter à tous les mouvemens anguleux qu'exigeroit cette eſpèce d'engrenage.

Un raiſonnement ſimple prouve, ce me ſemble, que l'accroiſſement des cryſtaux doit ſe faire, le plus ordinairement, de la manière que je viens d'expoſer. La cryſtalliſation d'une ſubſtance, ſous une forme plutôt que ſous une autre, tient néceſſairement à une cauſe particulière, ou plutôt à une modification

Digitized by Google

des causes générales qui influent dans cette opération de la Nature. Il se peut, par exemple, que l'agent qui détermine la matière cristalline à prendre telle figure préférablement à telle autre, vienne en partie de la qualité même du fluide, dans lequel s'opère la cristallisation. Or, l'influence de cet agent doit avoir lieu, dès que les molécules sont assez rapprochées pour se grouper de manière à produire déjà un cristal élémentaire, qui n'est, pour ainsi dire, qu'un infiniment petit, & qui ne fait plus que grossir, en conservant sa figure.

85. Proposons-nous un exemple de cet accroissement, tiré du spath calcaire à deux pyramides hexaèdres, dont les faces sont des triangles scalènes (33). Le plus petit noyau qui puisse donner l'élément du cristal secondaire, est celui dont chaque face est formée de neuf rhombes, c'est-à-dire, que le solide est composé de vingt-sept molécules rhomboïdales. Concevons que c (*fig.* 83) soit un des sommets de ce solide, & que $gbcf$, $bcnm$, $cfhn$, soient les trois faces qui se réuniſſent pour former l'espèce de pyramide terminée par ce sommet. Pour avoir le cristal élémentaire cherché, il faut concevoir au moins une couche appliquée sur chacune des deux pyramides dont est composé le noyau. Or, puisque les

décroiſſemens ſe font, dans le cas préſent, par deux rangées de molécules (34), il eſt aiſé de voir que la couche dont il s'agit ne couvrira que les trois rhombes *a*, *r*, *c*. Voyons donc combien il faut de molécules pour former cette couche, ſans laiſſer aucun vuide. Suppoſons trois rhomboïdes appliqués ſur *a*, *r*, *o*, de manière qu'ils aient leurs faces reſpectivement parallèles à celles du noyau. Ces rhomboïdes laiſſeront d'abord trois interſtices entre celles de leurs faces, qui aboutiront aux arêtes contiguës au ſommet *c*, telles que *c e*. Il faudra trois nouveaux rhomboïdes pour remplir ces interſtices; plus, un quatrième rhomboïde pour remplir le vuide qui reſtera au ſommet *c*; en ſorte que le ſommet inférieur de ce dernier rhomboïde ſe confondra avec *c*: ainſi chaque couche ſera compoſée de ſept molécules, & l'aſſemblage du noyau & de ces couches donnera l'élement du cryſtal ſecondaire formé de quarante-un petits rhomboïdes.

Concevons maintenant que, dans l'inſtant ſuivant, le ſolide s'accroiſſe de la plus petite quantité poſſible, en reſtant toujours aſſujetti à la loi indiquée; le noyau croiſſant en même temps, chacune de ſes faces ſe trouvera compoſée de vingt-cinq rhombes, c'eſt-à-dire,

Digitized by Google

que ce noyau ſera formé de cent vingt-cinq molécules. (*Voyez la figure* 84). Il y aura deux couches appliquées ſur chacune des eſpèces de pyramides dont il eſt compoſé. La première de ces couches couvrira les vingt-ſept rhombes renfermés dans le contour de la ſurface *z t k u y x*. Or, en raiſonnant comme ci-deſſus, on concevra que, pour couvrir ces vingt-ſept rhombes, il faut trente ſept molécules. La ſeconde couche qui couvrira les trois rhombes correſpondans à ceux qui ſont autour du point *c*, ſera de ſept molécules, comme dans le cas précédent.

Dans un troiſième inſtant, le noyau ſera compoſé de 7^3 ou de 343 molécules; il y aura trois couches, la première de 91 molécules, la ſeconde de 37, & la troiſième de 7.

Dans le quatrième inſtant, le noyau ſera de 9^3 ou 729 molécules; il ſera recouvert par quatre couches, la première de 169 molécules, la ſeconde de 91, la troiſième de 37, & la quatrième de 7.

Ainſi, les différens états du noyau ſeront ſucceſſivement comme les puiſſances 3^3, 5^3, 7^3, 9^3, &c., & en général $(2n+1)^3$, appellant n le nombre des inſtans.

Quant aux couches ajoutées au noyau, pour exprimer généralement les nombres de molé-

cules dont elles ſont compoſées ſucceſſivement, obſervons que,

$7 = 3 + 3 + 1 = 3.1^2 + 3.1 + 1.$
$37 = 27 + 9 + 1 = 3.3^2 + 3.3 + 1.$
$91 = 75 + 15 + 1 = 3.5^2 + 3.5 + 1.$
$169 = 147 + 21 + 1 = 3.7^2 + 3.7 + 1$, &c.

D'où il eſt aiſé de juger que les nombres dont il s'agit forment une ſérie récurrente.

Soit toujours n le nombre des termes, on aura pour l'expreſſion générale de chaque terme $3(2n-1)^2+3(2n-1)+1 = 12n^2-6n+1$; & doublant, pour avoir le nombre des molécules qui compoſent les deux couches, $2(12n^2-6n+1)$.

On peut regarder cette formule comme l'expreſſion algébrique des accroiſſemens du cryſtal; & en ſuivant une marche ſemblable pour les autres cryſtaux ſecondaires, on trouvera d'autres nombres de molécules & des ſéries analogues, dont les termes varieront ſuivant un autre rapport.

Un noyau élémentaire, compoſé de vingt-ſept molécules, eſt, comme je l'ai dit, le plus petit que l'on puiſſe concevoir, relativement à la variété de cryſtal que nous venons de conſidérer. Mais il y a certaines variétés où il faut ſuppoſer un noyau formé d'un plus grand nombre de molécules; ce qui arrive

Digitized by Google

lorſque pluſieurs décroiſſemens ont lieu à-la-fois. Un coup-d'œil, jeté ſur la *figure* 83, ſuffit pour faire concevoir, par exemple, que la première couche, appliquée ſur un noyau de vingt-ſept molécules, ne pourroit ſubir en même temps des décroiſſemens par deux rangées de petits rhomboïdes pour les rebords *hf*, *hn*, &c., & par une rangée pour les rebords *cf*, *cn*, &c.; car, dans ce cas, la couche ſe réduiroit à zéro. Il eſt donc probable que le nombre des molécules qui compoſent le noyau élémentaire du cryſtal, varie ſelon les cas; de manière cependant que ce noyau eſt le plus petit poſſible, relativement à la forme qui doit réſulter de l'action préſente des loix de la Cryſtalliſation. Au reſte, je ne propoſe ces vues que comme des conjectures, qui me paroiſſent d'autant plus plauſibles, qu'elles ſont conformes à l'idée de la plus grande ſimplicité, qui ſera toujours le fondement des explications les plus heureuſes que l'on puiſſe donner des phénomènes naturels.

Il peut arriver, par une ſorte d'exception aux loix ordinaires de la Cryſtalliſation, qu'un cryſtal continue de croître en hauteur, tandis qu'il conſerve la même épaiſſeur. J'ai vu des cryſtaux de ſpath calcaire en priſme à ſix pans,

Digitized by Google

terminé par deux faces exagones (28), qui sembloient composés de plusieurs prismes courts appliqués les uns sur les autres par leurs bases inférieures ; de manière que la réunion de ces prismes s'annonçoit sensiblement par une couche très-mince, plus transparente que le reste du cristal, & interposée entre les deux prismes voisins. Dans les opérations de la Nature, il se rencontre des accidens, des circonstances secondaires, qui font varier l'effet des causes primitives; & si ces variations doivent avoir lieu, il semble que ce soit sur-tout à l'égard de la cristallisation, qui est livrée à l'influence d'une multitude de causes particulières dont les actions se succèdent, s'entre-croisent & se balancent mutuellement (*a*).

86. La structure des cristaux étant soumise, comme on l'a vu, à un petit nombre de loix

(*a*) C'est encore à l'influence des causes accidentelles qu'il faut attribuer, ce me semble, les irrégularités de certains cristaux, qui présentent des défauts d'accroissement dans quelques-unes de leurs parties, ou des excès produits par une matière surabondante dans les parties opposées. De ce nombre sont les cristaux, dont certains angles solides sont complets, tandis que les angles correspondans manquent absolument, & se trouvent remplacés par des facettes.

Digitized by Google

ſecondaires, dont les actions combinées modifient de différentes manières les formes des ſubſtances cryſtalliſées, les effets de ces loix ſe trouvent néceſſairement reſſerrés entre certaines limites, qui s'étendent depuis la forme primitive, que l'on doit regarder comme l'effet le plus ſimple de la cryſtalliſation d'une ſubſtance, juſqu'à la forme qui eſt le produit des modifications les plus compoſées des loix dont il s'agit. Or, il me paroît que la détermination de ces limites eſt un des problêmes d'Hiſtoire Naturelle les plus intéreſſans que l'on puiſſe propoſer, puiſque la ſolution de ce problême donne, pour ainſi dire, la ſomme de toutes les actions des loix d'affinité, qui ſollicitent les molécules de la matière à s'attirer mutuellement & à s'unir entr'elles. Je vais eſſayer de réſoudre ce problême par rapport au ſpath calcaire, en cherchant combien il y a de formes poſſibles dans ce genre de cryſtaux, d'après la connoiſſance que nous avons des décroiſſemens les plus ordinaires que ſubiſſent leurs lames compoſantes; c'eſt-à-dire, de ceux qui ſe font par une & par deux rangées de molécules, ſoit pour les côtés des lames, ſoit pour leurs angles.

Repréſentons par A′ & par A″ les décroiſſemens par une & par deux rangées de molé-

Digitized by Google

cules, pour l'angle c (*fig.* 84) d'une des lames $clpq$, appliquée ſur le noyau; par a' & par a'' les décroiſſemens vers l'angle p, & par B′ & B″ les décroiſſemens ſur les angles latéraux, qui ne peuvent varier l'un ſans l'autre, ſans quoi le cryſtal ne ſeroit pas régulier. Repréſentons par C′ & C″ les décroiſſemens par une & par deux ſur les côtés cl, cq, & & par c' & c'' les décroiſſemens ſur les côtés lp, pq. Il eſt évident que ces quatre côtés varient auſſi deux à deux. Enfin, déſignons par F les faces ou facettes qui correſpondent aux faces du noyau, dans le cas où les décroiſſemens s'arrêtent tout-à-coup à un certain terme, comme dans le grenat à 36 faces (72), nous aurons les onze quantités A′, A″, a', a'', B′, B″, C′, C″, c', c'', F, parmi leſquelles F, priſe toute ſeule, repréſentera le noyau ou la forme primitive. De ces onze quantités, il faut d'abord ſupprimer a', pour la raiſon que je dirai plus bas.

Reſtent dix quantités qu'il faut combiner une à une, deux à deux, trois à trois, &c. Faiſant $m = 10$, on aura pour ces différentes combinaiſons $m + m.\frac{m-1}{2} + m.\frac{m-1}{2}.\frac{m-2}{3} + m.\frac{m-1}{2}.\frac{m-2}{3}.\frac{m-3}{4}$, &c. $= 10 + 45$

+ 120 + 210, &c. = 1023 combinaisons.

Observons maintenant que A′, a'' & C′ donnent, la première des faces horizontales, & les deux autres des faces verticales. D'où il suit, 1°. qu'aucune de ces trois quantités ne pouvant exister seule, sans quoi le cristal ne seroit pas terminé dans toutes ses parties, il faudra retrancher trois combinaisons : restent 1020 ; 2°. que la combinaison a'' C′ ne peut non-plus avoir lieu seule, puisqu'elle ne produiroit que des faces verticales, ce qui fait encore une combinaison à retrancher : restent 1019 combinaisons.

Je n'ai point fait entrer dans ces combinaisons les différens états que subissent certaines parties des lames, soit en restant constantes, soit en croissant suivant une loi particulière, tandis que les autres parties décroissent. La raison en est, que les décroissemens de ces dernières emportent nécessairement avec eux la constance ou les variations des parties dont il s'agit. Ainsi, dans le spath calcaire à sommets très-obtus (23), les décroissemens des lames dans leurs bords supérieurs par une rangée de molécules, rendent nécessairement ces lames constantes par leur angle inférieur. Dans le spath calcaire à douze plans penta-

Digitized by Google

gones (25), les variations que suivent les lames de superposition par leurs côtés H K, G D (*fig.* 20), sont pareillement une suite nécessaire des décroissemens de ces lames, vers leurs bases D K, par deux rangées de molécules. Ainsi tout dépend ici de la loi des décroissemens; en sorte que si l'on imagine différens plans appliqués sur les arêtes des lames de superposition aux endroits où celles-ci décroissent, ces plans détermineront les faces du cryſtal secondaire, ou, ce qui revient au même, leurs communes sections se confondront avec les côtés de ces mêmes faces.

On peut concevoir maintenant pourquoi, dans l'ordre des combinaisons, il faut supprimer la quantité a', ou celle qui donne des décroissemens par une rangée de molécules sur l'angle inférieur p (*fig.* 84) des lames de superposition. Car soient A N G B, A B C O (*fig.* 85), deux des faces qui se réunissent trois à trois autour du sommet supérieur A d'un noyau de spath calcaire, & B G D C l'une des faces qui se réunissent autour du sommet inférieur D du même noyau. Nous avons vu (24) que quand les lames de superposition décroissoient vers leur angle G B C ou B C O par deux rangées de molécules, les facettes, produites par ces décroissemens, avoient une position

verticale ; d'où il ſuit qu'une loi de décroiſſement dont l'action ſeroit plus lente, telle que celle qui auroit lieu dans le cas des décroiſſemens par une rangée, donneroit des faces, dont la poſition indiquée ici par les lignes B R, C Q, divergeroit par rapport à l'axe A D du noyau (*a*). Donc les plans qui paſſeroient par ces faces formeroient, en s'entrecoupant, des angles rentrans. Or, j'ai déjà remarqué (70) que les loix primitives de la Cryſtalliſation paroiſſoient exclure tout angle rentrant dans les cryſtaux. Ainſi la combinaiſon dont il s'agit ne peut avoir lieu, même en la ſuppoſant réunie avec une autre combinaiſon ; ce qui ſeroit néceſſaire, puiſque, ſans cela, le cryſtal ne ſeroit terminé dans aucune de ſes deux extrémités, ſon axe étant

(*a*) Les lames du ſpath calcaire rhomboïdal à ſommets aigus (36) varient, à la vérité, par des ſouſtractions d'une rangée de molécules ſur leur angle inférieur. Mais il faut bien obſerver que ces ſouſtractions ſe font en allant de la ſurface du cryſtal au noyau ; d'où il réſulte que ſi l'on conſidère ces mêmes lames depuis le noyau, elles ſubiſſent de véritables accroiſſemens, qui ne ſont que l'effet néceſſaire des décroiſſemens par les angles latéraux. Voyez la ſtructure du ſpath dont il s'agit.

Digitized by Google

infini, à cauſe de la divergence des faces à l'égard de cet axe.

Parmi les 1019 combinaiſons dont le ſpath calcaire eſt ſuſceptible, il n'y en a guères que trente qui ſoient connues, à en juger par les deſcriptions des Auteurs qui ont donné ſur cette matière les détails les plus amples. Il eſt vraiſemblable qu'on en découvrira de nouvelles: mais je préſume que le nombre des faces ſe trouvera limité; & il n'y a guères d'apparence que les dix poſitions que donneroit l'enſemble des quantités mentionnées ſe rencontrent toutes dans un même cryſtal, attendu qu'il faudroit qu'un grand nombre de circonſtances concouruſſent, ce me ſemble, pour produire un effet auſſi compliqué. C'eſt à l'obſervation à nous apprendre quelles ſont les limites juſqu'où s'étend la marche de la Nature dans les variations dont cette marche eſt ſuſceptible.

87. Je vais maintenant donner un exemple d'une ſtructure relative à une modification de forme que je n'ai point encore obſervée juſqu'ici dans les ſpaths calcaires, & que je ne ſache pas qu'aucun Auteur ait décrite.

Concevons que les lames appliquées ſur un noyau rhomboïdal de ſpath d'Iſlande décroiſ-

Digitized by Google

ſent ſeulement dans leur angle ſupérieur A (*fig.* 86), par deux rangées de molécules. Les faces produites par ces décroiſſemens reſteront contiguës aux deux ſommets de l'axe, & feront, avec cet axe, un angle beaucoup plus ouvert que celui qui eſt formé par les faces du noyau avec le même axe. En conſidérant ces faces comme autant de plans qui s'entre-coupent, il ſera aiſé de voir, avec un peu d'attention, que leur aſſortiment doit produire un rhomboïde très-applati, dont il s'agit maintenant d'examiner la ſtructure, & de déterminer les angles plans.

Soit A D F P (*fig.* 87) une des faces qui ſe réuniſſent trois à trois au ſommet A de ce rhomboïde, & ſoient D F G N, P F G E, deux faces de la partie inférieure du cryſtal, G étant le ſommet oppoſé. Ce cryſtal ne pouvant être diviſé que parallèlement aux faces du noyau, les plans coupans détacheront d'abord des lames triangulaires, telles que *h r k* B ϛ O, &c. dont l'inclinaiſon, par rapport à l'axe, ſera tournée vers le ſommet A. La ſtructure d'une de ces lames eſt indiquée par la poſition des rhombes qui occupent la ſurface du triangle *h m k* (*fig.* 86), où l'on voit que les lignes *h m*, *m k*, ſont dirigées de manière qu'entre leurs interſections *h i m*, avec les rhombes

Digitized by Google

composans, il y a toujours deux de ces rhombes interceptés ; ce qui eſt une ſuite de la loi des décroiſſemens par deux rangées de molécules. Au-delà des milieux B, O, &c. (*fig.* 87) des côtés DF, PF, &c., où les ſections voiſines ſe touchent, ces ſections s'entre-couperont de manière que les angles B, O, des triangles B*m*O (*fig.* 86) diſparoîtront, & que ces triangles prendront des figures pentagones, telles que *a c m n d*, & paſſeront par degrés à la figure du triangle *b m g* (*a*). Alors on aura un ſolide à douze faces triangulaires, dont ſix ſemblables entr'elles, & repréſentées par le triangle ARS (*fig.* 87), ſeront les réſidus des faces ordinaires du rhomboïde que nous conſidérons ici ; & les ſix autres, telles que *b m g* (*fig.* 86), ſeront ſemblables à des moitiés de

(*a*) Les lignes qui forment ici le pentagone *a c m n d*, indiquent ſeulement les poſitions reſpectives, & non les dimenſions des côtés de ce même pentagone ; car comme il s'accroît en hauteur, non-ſeulement vers ſa baſe, mais auſſi vers ſon ſommet *m*, à meſure que l'on détache de nouvelles lames, il eſt aiſé de concevoir que les ſections *a c*, *d n* ſont plus éloignées l'une de l'autre que dans la figure ; en ſorte que quand le pentagone eſt parvenu à la figure du triangle *b m g*, la baſe *b g* de ce triangle doit être conçue comme étant encore égale à la ligne B O.

rhombes

rhombes du ſpath d'Iſlande. Au-delà des points R, S, &c. (*fig.* 87), les ſections intercepteront des pentagones *o x m y z* (*fig.* 86), qui retourneront par degrés à la figure du rhombe *s t m u*; & à ce terme, le noyau du ſolide paroîtra à découvert.

Telle eſt la ſtructure de ce rhomboïde, qui, s'il exiſtoit, ſeroit le quatrième dans le genre des ſpaths calcaires. On n'en peut point imaginer d'autre, en n'admettant que les loix de décroiſſement par une ou par deux rangées de molécules.

88. Cherchons maintenant la valeur des angles plans de ce rhomboïde. Soit *a o p g* (*fig.* 88) une coupe du noyau ſemblable au quadrilatère *abdg* de la *Pl. III*, *fig.* 24; c'eſt-à-dire, formée par les petites diagonales *a g*, *op*, de deux faces oppoſées de ce noyau, & par les côtés ou les arêtes *ao*, *pg*, compriſes entre ces diagonales. Prolongeons *p g* juſqu'à ce que l'on ait *g c* = *p g*; menons *a c r* prolongée indéfiniment; puis ayant coupé l'axe *ap* en trois parties égales aux points *n*, *h*, menons ſur cet axe les perpendiculaires *n c*, *h r*, juſqu'à la rencontre de la ligne *a c r*. Soit *a m t* le triangle menſurateur, les décroiſſemens ſe faiſant ici par deux rangées de molécules, *am* ſera (14) la petite diagonale

entière d'une de ces molécules, & mt l'une des arêtes. On aura donc (30) $am = 2\sqrt{2} = \sqrt{8}$, & $mt = \sqrt{5}$. Or, à cauſe des triangles ſemblables amt, agc, nous pouvons faire auſſi $ag = \sqrt{8}$, & $gc = \sqrt{5}$. Maintenant les triangles pgh, pcn, qui ſont auſſi ſemblables, donnent $pg : ph :: pc : pn$. Subſtituant (30), on aura $\sqrt{5} : 1 :: 2\sqrt{5} : pn = 2$. Donc $cn = \sqrt{pc^2 - pn^2} = \sqrt{20 - 4} = 4$. De plus, nous avons vu (35), que $ap = 3$. Donc $pn = 2$, & $an = 1$. Donc $ac = \sqrt{cn^2 + an^2} = \sqrt{16 + 1} = \sqrt{17}$. $hr = 2cn = 8$; & $ar = \sqrt{hr^2 + ah^2} = \sqrt{64 + 4} = \sqrt{68}$; enfin $pr = \sqrt{hr^2 + ph^2} = \sqrt{64 + 1} = \sqrt{65}$. Or, dans tout rhomboïde, l'extrémité de la petite diagonale ſe trouve toujours à la même hauteur que le point h, qui eſt aux deux tiers de l'axe. Donc ar ſera ici cette diagonale, & ps ſera l'une des arêtes du rhomboïde; donc dans ce ſolide la petite diagonale eſt au côté, dans le rapport de $\sqrt{68}$ à $\sqrt{65}$. Soit ADFP (*fig.* 85)

Digitized by Google

l'une des faces du rhomboïde, on aura AD $= \sqrt{65}$, AC $= \frac{1}{2}\sqrt{68} = \sqrt{17}$, & par conséquent DC $= \sqrt{65-17} = \sqrt{48} = 4\sqrt{3}$. Résolvant le triangle rectangle ADC, d'après ces données, on trouvera pour le logarithme de l'angle DAC le nombre 99341639, qui répond à 59° 14′ 32″; d'où il suit que l'angle obtus DAP est de 118° 29′ 4″, & l'angle aigu ADP de 61° 30′ 56″.

89. On pourroit, en imaginant d'autres combinaisons, déterminer de nouvelles formes analogues à celles qui sont déjà connues. J'ai prouvé (22) que quand les lames qui s'appliquent sur le noyau décroissoient continuement dans leurs bords supérieurs AB, AO (*fig.* 86), par la soustraction d'une rangée de molécules, il en résultoit un rhomboïde à sommets plus obtus que ceux du spath d'Islande, mais moins que ceux du rhomboïde que nous venons de considérer. Supposons maintenant que les lames de superposition décroissent vers les mêmes bords par des soustractions de deux rangées de molécules. Ces décroissemens produiront un solide SGNRTH (*fig.* 90) à douze faces triangulaires isocèles, toutes égales entr'elles, & dont l'angle au sommet CGR ou HGC, ou, &c., sera de 53° 7′ 48″, comme

on peut s'en convaincre en calculant cet angle, d'après la loi de décroiſſement indiquée. Nous avons déjà dans le ſpath calcaire un cryſtal à deux pyramides exaèdres (33), mais dont les faces ſont des triangles ſcalènes. Le ſolide dont il s'agit ici ſe diviſera par des ſections *a b e d*, faites parallèlement au plan qui ſeroit cenſé paſſer par les arêtes G H, G R, leſquelles ſont celles du noyau lui-même. Il ſera facile de concevoir tout le reſte, en faiſant attention à la ſtructure qui doit réſulter des décroiſſemens dont j'ai parlé.

90. Il peut même arriver que deux formes tout à fait ſemblables ſe trouvent dans le même genre avec des ſtructures différentes. Concevons des lames qui décroiſſent vers leurs bords inférieurs B C, O C (*fig.* 86), par une rangée de molécules. Ces lames, en s'appliquant ſur le noyau, produiront un ſolide à ſix faces verticales, qui feront des parallélogrammes obliquangles *c o n r*, *r n t s* (*fig.* 91), terminé par deux ſommets, dont chacun ſera formé de trois rhombes, tels que *a c r s*, ſemblables à ceux du noyau. Ce cryſtal exiſte en effet, & a été décrit par M. Bergmann dans l'Ouvrage cité N°. 27. Maintenant, ſi les lames de ſuperpoſition décroiſſent en même temps vers leurs angles ſupérieurs, tels que *a*, par une

Digitized by Google

rangée de molécules, ces décroiſſemens produiront des faces horizontales, aux deux extrémités du ſolide, qui ſeroit alors entièrement ſemblable au priſme à ſix pans rectangles du N°. 28: mais ce ſolide ſe diviſeroit par des ſections obliques ſur les arêtes verticales, telles que *b d*, *r n*, & non pas ſur les arêtes formées par les côtés de l'exagone, comme dans le priſme dont je viens de parler. On voit par-là de combien de variétés la Cryſtalliſation eſt ſuſceptible.

Au reſte, quoique les formes des cryſtaux ſoient déjà très-multipliées, & qu'il y ait lieu de préſumer, d'après tout ce que je viens de dire, qu'on en découvrira encore un grand nombre par la ſuite, cette conſidération ne doit point faire naître contre la Cryſtallographie un préjugé auſſi injuſte, j'oſe le dire, qu'il ſeroit nuiſible aux progrès de la ſcience des minéraux, puiſqu'il nous en feroit négliger un des points de vue les plus intéreſſans & les plus curieux. Efforçons-nous plutôt de voir la Nature telle qu'elle eſt, d'en ſimpliſier l'étude, en la ſoumettant à des principes fixes & conſtans, & de faire diſparoître une partie des difficultés qu'entraîne cette étude, en liant les détails les uns aux autres par les vues les plus générales auxquelles nous permette de

Digitized by Google

nous élever le peu de connoiſſance que nous avons des cauſes ultérieures auxquelles le Créateur a ſoumis les différens phénomènes de l'Univers.

FIN.

Digitized by Google

TABLE
DES MATIERES.

A

ACCROISSEMENT DES CRYSTAUX. En quoi il diffère de leur ſtructure, *pages* 55 & 56. *Id. pag.* 209.

ALVÉOLE DES ABEILLES. Sa forme a beaucoup de rapport avec celle du Grenat dodécaèdre, *p.* 185. *Voyez* la Note.

AMÉTHISTE (fauſſe), *pag.* 135.

ANGLES DES CRYSTAUX. Ne peuvent être déterminés avec préciſion qu'à l'aide de la Géométrie, *p.* 27, Note 1. Principes qui fourniſſent des données pour les évaluer, *p.* 25.

B

BLENDE. La forme primitive de ſes cryſtaux & des moléculles qui les compoſent, eſt très-probablement la même que dans les Grenats, *p.* 186 *& ſuiv.*

C

CRYSTALLISATION. Idée générale de cette opération de la Nature, *p.* 1 & 2.

CRYSTALLOGRAPHIE. Difficultés que préſente l'étude de cette Science, *p.* 3 *& ſuiv.* Ne peut être la baſe d'un ſyſtême de Minéralogie, *p.* 5.

Digitized by Google

CRYSTAUX. Ce qu'on entend par ce terme, *p.* 2. *Id. p.* 48. Leur noyau, *p.* 11 *& ſuiv. Id. p.* 51 *& ſuiv.* Leurs formes primitives, *p.* 49 *&* 50. Leurs formes ſecondaires, *p.* 50. Leur diviſion mécanique, *p.* 10. *Id. p.* 50 *& ſuiv.* Loix de décroiſſement, auxquelles leur ſtructure eſt aſſujettie, *p.* 21 *& ſuiv. Id. p.* 56 *& ſuiv.* Leur accroiſſement doit être diſtingué de leur ſtructure, *p.* 55 *&* 56. *Id. p.* 209.

D

DÉCROISSEMENS. *Voyez* LOIX.

E

ÉMERAUDE (fauſſe); *p.* 135.

F

FACETTES SURNUMÉRAIRES DES CRYSTAUX. Leur explication, *p.* 30.

FELDT-SPATH. *Voyez* SPATH ÉTINCELANT.

FORME PRIMITIVE DES CRYSTAUX. Exiſte comme noyau dans toutes les variétés d'un même genre, *p.* 10 *& ſuiv. Id. p.* 51 *& ſuiv.* On ne peut établir aucune méthode avantageuſe en Cryſtallographie, ſans partir de la vraie forme primitive des Cryſtaux, *p.* 31 *& ſuiv.*

FORMES DES CRYSTAUX. Combien elles ſont variées, *p.* 3 & 4. Nombre des formes poſſibles dans le genre du Spath calcaire, *p.* 217 *& ſuiv.*

FORMES SECONDAIRES DES CRYSTAUX, *p.* 50. Peuvent être regardées comme des variétés par excès ou par défaut de la forme primitive, *p.* 34 & 35.

Digitized by Google

G

GÉOMÉTRIE. Néceſſité d'en faire uſage dans une théorie ſur les Cryſtaux, *p.* 9. *Id. p.* 17 & 18. Son utilité pour l'évaluation des angles, *p.* 27, Note 1.

GRENAT. Structure de ſes Cryſtaux & loix de décroiſſement auxquelles elle eſt aſſujettie, *p.* 169 *& ſuiv.* Le Grenat dodécaèdre eſt de tous les ſolides à douze plans rhombes, celui qui donne le *minimum* de ſurface, *p.* 185, Note *a.*

GRÈS CRYSTALLISÉ DE FONTAINEBLEAU. A quelle variété de Spath calcaire il ſe rapporte, *p.* 205.

GYPSE. Structure de ſes Cryſtaux & loix que ſubiſſent ſes lames compoſantes, *p.* 146 *& ſuiv.*

H

HYACINTE DES VOLCANS. Conjecture ſur la ſtructure de cette Pierre, *p.* 59, Note 1.

L

LOIX DE DÉCROISSEMENT AUXQUELLES EST SOUMISE LA FORMATION DES CRYSTAUX, *p.* 21 *& ſuiv. Id. p.* 56 *& ſuiv.*

M

MÉTHODES POUR DÉTERMINER LA GRADATION DES FORMES DANS LES CRYSTAUX. Sur quels principes elles doivent être fondées, *p.* 31.

MINÉRAUX. Comparaiſon de leur étude avec celle des Animaux & des Végétaux, *p.* 2 *& ſuiv.*

MOLÉCULES CONSTITUANTES DES CRYSTAUX. Leur définition, *p.* 48 & 49. Moyens employés dans cet Ouvrage pour déterminer leur véritable forme, *p.* 18 *& ſuiv.*

Digitized by Google

N

NOYAU DES CRYTAUX, *p.* 11 *& ſuiv. Id. p.* 51 *& ſuiv.*

O

ORGANISATION. Les minéraux en ſont abſolument dépourvus, *p.* 48.

P

PESANTEURS SPÉCIFIQUES DE QUELQUES SPATHS FLUORS PESANS ET CALCAIRES, d'après M. Briſſon, *p.* 118.

PHOSPHORES. Propriété des Spaths fluors & des Spaths peſans, conſidérés comme Phoſphores, *p.* 119, & 134.

PROPRIÉTÉS GÉOMÉTRIQUES DU SPATH CALCAIRE A DEUX PYRAMIDES EXAÈDRES, *p.* 102.

R

RHOMBOÏDES. Ce qu'on doit entendre par ce terme dans cet Ouvrage, *p.* 49, Note 1.

RUBIS (faux), *p.* 135.

S

SEL MARIN. Ses molécules ſont de vrais cubes, & non de ſimples lames quarrées, *p.* 19 & 20. Structure du Sel marin octaèdre, & loix de décroiſſement qu'elle ſubit, *p.* 60 *& ſuiv.* Sa différence d'avec celle des Spaths fluors, *p.* 145.

SÉLÉNITE. *Voyez* GYPSE.

SÉRIES RÉCURRENTES. *Voyez* SUITES.

SPATH CALCAIRE. Ses molécules ſont des rhomboïdes parfaits, *p.* 19 & 20. Structure de ſes cryſtaux & loix auxquelles elle eſt ſoumiſe, *p.* 75 *& ſuiv.* Calcul

Digitized by Google

du nombre des formes qu'il eſt ſuſceptible de recevoir, *p.* 217 *& ſuiv.* Exemples de quelques-unes de ces formes, qui n'ont pas encore été obſervées, *p.* 222 *& ſuiv.*

SPATH ÉTINCELANT. Remarque ſur la forme exacte de ſes molécules, *p.* 124, Note *a.*

SPATH FLUOR. Structure de ſes cryſtaux, *p.* 134 *& ſuiv.* Difficulté de déterminer la forme de ſes molécules conſtituantes, *p.* 139 *& ſuiv.*

SPATH PERLÉ. Il eſt un vrai Spath calcaire, *p.* 116 *& ſuiv.*

SPATH PESANT. Structure de ſes cryſtaux, & loix de décroiſſement auxquelles elle eſt ſoumiſe, *p.* 119 *& ſuiv.*

SPATH SÉLÉNITEUX. *Voyez* SPATH PESANT.

STRIES ET AUTRES INÉGALITÉS QUI EXISTENT SUR LA SURFACE DES CRYSTAUX, *p.* 15. *Id. p.* 65 *& ſuiv.*

STRUCTURE DES CRYSTAUX, *p.* 9. *Id. p.* 47 *&* 48. Difficulté de la ramener à l'uniformité, *p.* 13 *& ſuiv. Id. p.* 62 *& ſuiv.* Hypothèſe qui lève cette difficulté, *p.* 15 *& ſuiv. Id. p.* 64 *& ſuiv.* Combien il eſt important de prendre la ſtructure pour guide dans la Cryſtallographie, *p.* 31 *& ſuiv.*

SUITES RÉCURRENTES. Exemples de l'uſage que l'on en peut faire dans l'étude des Cryſtaux, *p.* 137 *&* 213.

T

TOPAZES DE SAXE ET DU BRÉSIL. Structure de leurs cryſtaux & loix auxquelles elle eſt ſoumiſe, *p.* 188 *& ſuiv.*

Digitized by Google

TRIANGLE MENSURATEUR. Son usage pour déterminer les loix de décroissement dans les Cryſtaux, *p.* 71.

V

VÉGÉTAUX. Leur étude comparée avec celle des Minéraux, *p.* 2 *& ſuiv.*

Fin de la Table des Matières.

MUSÉE CANTONAL

De l'Imprimerie de DEMONVILLE, rue Chriſtine. 1783.

Digitized by Google

Fig. 3.

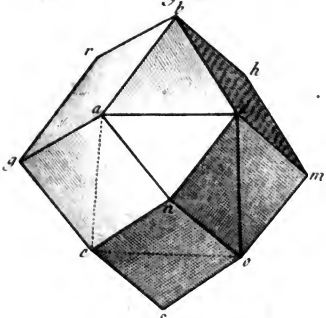


Fig. 7.

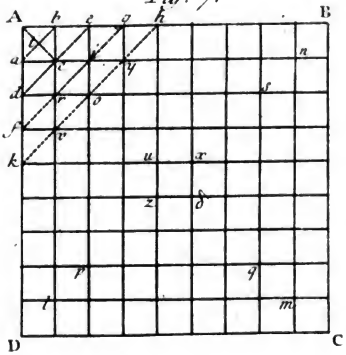
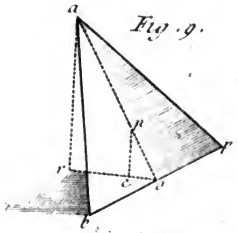


Fig. 9.



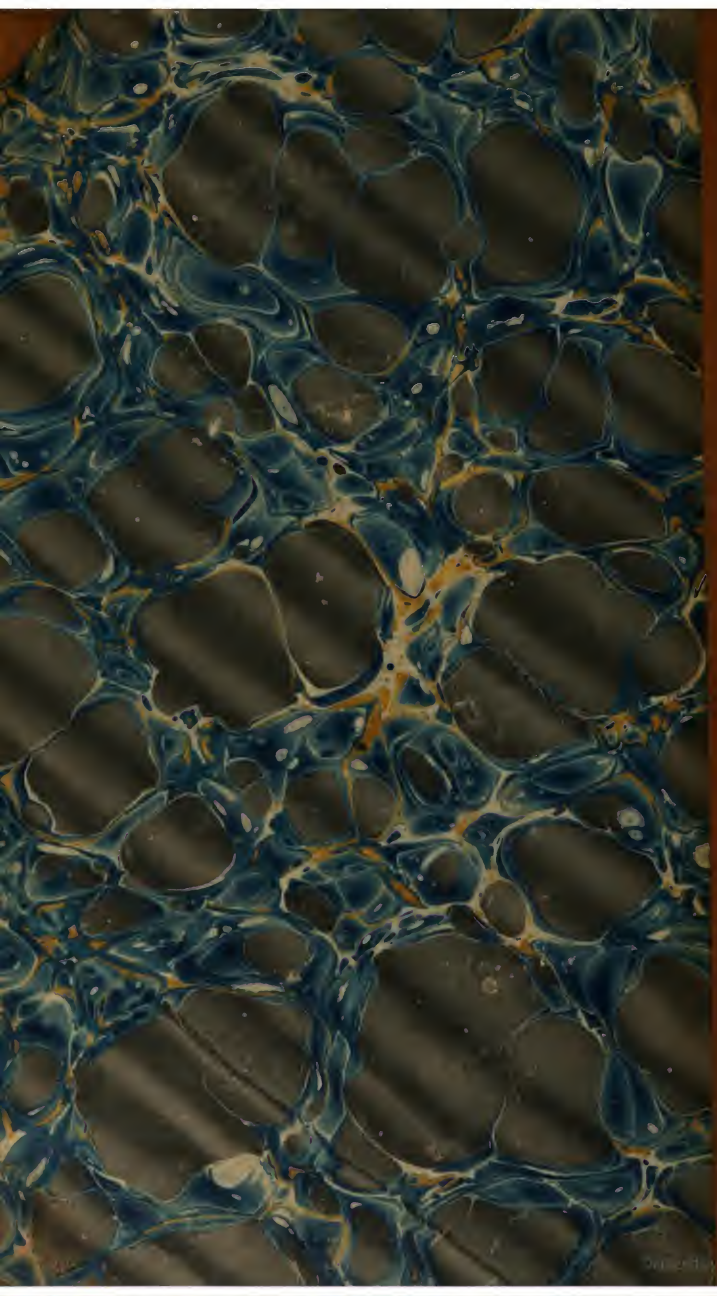
Sellier Sculp.

Digitized by Google

MUSEUM NATIONAL

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google